

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT
NĂNG LƯỢNG CHO KHO HÀNG DANA
LOGISTICS TẠI ĐÀ NẴNG**

Người hướng dẫn: **PGS. TS. LÊ TIẾN DŨNG**

Sinh viên thực hiện:

- 1. LÊ NGỌC THÀNH – MSSV: 105200514 – LỚP: 20TDHCLC4**
- 2. TRẦN VĂN VINH – MSSV: 105200524 – LỚP: 20TDHCLC4**

Đà Nẵng, 6/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG CHO KHO HÀNG DANA LOGISTICS TẠI ĐÀ NẴNG

Sinh viên thực hiện: Lê Ngọc Thành

Số thẻ SV: 105200514

Lớp: 20TDHCLC4

Sinh viên thực hiện: Trần Văn Vinh

Số thẻ SV: 105200524

Lớp: 20TDHCLC4

Trong bối cảnh hiện nay, việc trang bị hệ thống giám sát & quản lý năng lượng cho hệ thống điện là xu hướng tất yếu tại hầu hết các dự án công nghiệp cũng như là đang dần phổ biến tại các dự án tại hộ gia đình. Hệ thống này giúp người sử dụng có cái nhìn toàn cảnh về trạng thái của hệ thống điện tại tất cả các khu vực hay thiết bị trong dự án cũng như là giúp người dùng quản lý được điện năng tiêu thụ tại từng khoảng thời gian để giúp so sánh về hiệu suất sử dụng năng lượng. Hệ thống còn hỗ trợ lưu trữ, xuất dữ liệu theo yêu cầu người vận hành và thông báo ngay lập tức về các sự cố trong hệ thống điện như quá dòng, sụt áp hay có tiêu thụ điện bất thường ngoài giờ làm việc. Tuy nhiên, các giải pháp thiết kế hệ thống giám sát và quản lý năng lượng hiện tại hầu hết là được xây dựng trên phần mềm cung cấp bởi các hãng lớn (như PME - Schneider Electric, Sentron powermanager – Siemens, Ability™ Energy Manager – ABB,...). Các phần mềm này cho phép giám sát tiêu thụ điện năng theo thời gian thực, lưu trữ dữ liệu, phân tích chất lượng điện, và đưa ra cảnh báo giúp doanh nghiệp vận hành hiệu quả hơn. Tuy nhiên điều này cũng đem lại sự khó khăn về chi phí khi triển khai và bất tiện khi muốn tùy biến, khi muốn thêm tính năng mới gần như chỉ có cách đặt hàng thêm các modules từ hãng.

Từ thực tế đó, đề án này được triển khai nhằm xây dựng một mô hình EMS đơn giản với một số chức năng tương tự, ứng dụng công nghệ mã nguồn mở cho dự án nhà kho DaNa Logistics cho phép giảm chi phí nhưng vẫn đem lại các tính năng tương đương. Điều này giúp nhóm làm chủ mã nguồn của dự án và có thể tùy biến thêm các tính năng mới mà người dùng yêu cầu với chi phí rẻ hơn.

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

TT	Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
1	Lê Ngọc Thành	105200514	20TDHCLC4	Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
2	Trần Văn Vinh	105200524	20TDHCLC4	Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

1. Tên đề tài đồ án:

THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG CHO KHO HÀNG DANA LOGISTICS TẠI ĐÀ NẴNG

2. Đề tài thuộc diện: ☒ Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Trần Văn Vinh	Xây dựng thuật toán và triển khai thuật toán lên server-side trên VS Code, xây dựng hệ thống lưu trữ dữ liệu bằng MySQL
2	Lê Ngọc Thành	

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Trần Văn Vinh	Các tính năng trong phần dashboard, alarms, reports, thiết kế và lắp đặt các thiết bị trong tủ gateway
2	Lê Ngọc Thành	Các tính năng trong phần diagrams, trends, setting, thông báo trong nền, session đăng nhập

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

6. Người hướng dẫn

Họ tên người hướng dẫn:	Phần/ Nội dung:
PGS. TS. Lê Tiến Dũng	Toàn bộ đồ án
KS. Khương Văn Mạnh	

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 24/2/2025

8. Ngày hoàn thành đồ án: 8/6/2025

Đà Nẵng, ngày tháng 02 năm 2025

PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Phiếu dành cho người hướng dẫn/sinh viên)

Họ tên sinh viên 1: Lê Ngọc Thành

Số thẻ SV: 105200514

Họ tên sinh viên 2: Trần Văn Vinh

Số thẻ SV: 105200524

Tên đề tài ĐATN: **THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG CHO KHO HÀNG DANA LOGISTICS TẠI ĐÀ NẴNG.**

Họ tên người HD1: PGS.TS. Lê Tiến Dũng

Đơn vị: Khoa Điện, ĐHBK Đà Nẵng.

Họ tên người HD2: KS. Khương Văn Mạnh

Đơn vị: Công ty TNHH Giải Pháp Tự Động Hóa Bách Khoa.

Tuần	Ngày	Khối lượng		GVHD ký tên
		Đã thực hiện (%)	Tiếp tục thực hiện (%)	
1	24/2- 2/3	Lựa chọn và nghiên cứu đề tài (100%).	(0%)	
2	3/3-9/3	Tìm hiểu tổng quan hệ thống giám sát năng lượng của các hãng lớn (100%).	(0%)	
3	10/3-16/3	Tìm hiểu về yêu cầu cụ thể của dự án DaNa Logistics (100%).	(0%)	
4	17/3-23/3	Duyệt lần 1: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____ % : Được tiếp tục làm ĐATN ☐ Không tiếp tục thực hiện ĐATN ☐		
5	24/3-30/3	Tìm hiểu về các phần mềm mã nguồn mở cho phép lập trình các tính năng tương tự (90%).	(0%)	
6	31/3-6/4	Lựa chọn, tiến hành cài đặt và học cách sử dụng các phần mềm sử dụng cho dự án (100%).	(0%)	
7	7/4-13/4	Lập phương án thiết kế phần cứng và phần mềm cho dự án (100%).	(0%)	

8	14/4-20/4	Duyệt lần 2: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____ % : Được tiếp tục làm ĐATN ☐ Không tiếp tục thực hiện ĐATN ☐		
9	21/4-27/4	Tìm hiểu các thiết bị phần cứng sử dụng cho dự án (100%).	(0%)	
10	28/4-4/5	Xây dựng kết nối giữa thiết bị đo, server, trung tâm lưu trữ dữ liệu (database) (100%).	(0%)	
11	5/5-11/5	Xây dựng các màn hình giám sát, thống kê dữ liệu bằng html (100%).	(0%)	
12	12/5-18/5	Duyệt lần 3: Đánh giá khối lượng hoàn thành _____ % : Được tiếp tục làm ĐATN ☐ Không tiếp tục thực hiện ĐATN ☐		
13	19/5-25/5	Xây dựng các tính năng khác gồm phân quyền người dùng, tạo session đăng nhập và thông báo trong nền (100%).	(0%)	
14	26/5-1/6	Tiến hành mô phỏng kiểm nghiệm, đánh giá kết quả (100%).	(0%)	
15	2/6-8/6	Hoàn thiện đồ án, báo cáo (100%).	(0%)	

LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN

Trong bối cảnh hiện nay, khi nhu cầu sử dụng điện năng ngày càng tăng cao, việc quản lý và sử dụng năng lượng một cách hiệu quả là một yêu cầu cấp thiết đối với mọi lĩnh vực, từ dân dụng đến công nghiệp. Các hệ thống quản lý năng lượng (EMS – Energy Management System) đã và đang đóng vai trò quan trọng trong việc theo dõi, phân tích và tối ưu hóa mức tiêu thụ điện năng. Với mong muốn tiếp cận thực tế hơn với các ứng dụng công nghệ trong ngành Tự động hóa, nhóm đã lựa chọn đề tài xây dựng một hệ thống giám sát và lưu trữ dữ liệu điện năng sử dụng giao thức Modbus trên nền tảng web và JavaScript.

Quá trình thực hiện đồ án là cơ hội để nhóm áp dụng các kiến thức đã học như lập trình back-end, giao tiếp Modbus TCP/IP, thiết kế cơ sở dữ liệu, xây dựng giao diện người dùng và triển khai cảnh báo. Ngoài ra, nhóm còn tìm hiểu thêm nhiều công nghệ mới như Node.js, Express, MySQL, service worker, và mô phỏng tín hiệu từ thiết bị đo.

Trong quá trình thực hiện đồ án, được sự giúp đỡ từ PGS.TS Lê Tiến Dũng và các anh chị trong Công ty TNHH Giải pháp Tự động hóa Bách Khoa đã giúp nhóm hoàn thành đề tài đồ án tốt nghiệp đúng thời hạn và đạt được kết quả mong đợi.

Mặc dù đồ án vẫn còn những giới hạn nhất định do thời gian và kinh nghiệm thực tiễn chưa nhiều, nhóm đã cố gắng hoàn thành tốt nhất trong khả năng của mình. Nhóm hy vọng bản thuyết minh này sẽ phần nào thể hiện được tinh thần học hỏi nghiêm túc cũng như những kết quả đạt được trong suốt quá trình thực hiện.

LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT

Nhóm xin cam đoan báo cáo Đồ Án Tốt Nghiệp với đề tài là “**THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ VÀ GIÁM SÁT NĂNG LƯỢNG CHO KHO HÀNG DANA LOGISTICS TẠI ĐÀ NẴNG**” là kết quả tìm hiểu, nghiên cứu của nhóm dưới sự dẫn dắt của PGS.TS Lê Tiến Dũng và anh Khương Văn Mạnh (Công Ty TNHH Giải pháp Tự động hóa Bách Khoa).

Nghiên cứu đề tài và nội dung đồ án là sản phẩm mà nhóm đã được học tập trên trường cũng như tự tìm hiểu nghiên cứu và thời gian đi thực tập tại công ty. Các số liệu và kết quả là hoàn toàn trung thực. Nếu có vấn đề xảy ra, nhóm xin chịu trách nhiệm và nhận mọi kỷ luật.

Sinh viên thực hiện 1

Sinh viên thực hiện 2

Lê Ngọc Thành

Trần Văn Vinh

MỤC LỤC

TÓM TẮT	ii
LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN	vi
LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT	vii
MỤC LỤC	viii
DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ.....	xii
DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT	1
MỞ ĐẦU.....	2
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG EMS CHO KHO HÀNG DANA LOGISTIC.....	5
1.1. Giới thiệu về hệ thống quản lí năng lượng EMS cho kho hàng DaNa Logistic.....	5
1.2. Mục tiêu của đề tài.....	6
1.3. Tổng quan về dự án EMS cho kho hàng Dana logistic	6
1.3.1. Mặt bằng của dự án.....	6
1.3.2. Phương án thiết kế phần cứng đề xuất.....	3
1.3.3. Vị trí lắp đặt các tủ Gateway và các dây tín hiệu	4
1.4. Các công cụ sử dụng	6
1.4.1. Phần mềm lập trình.....	6
1.4.2. Phần mềm chạy server	6
1.4.3. Phần mềm quản trị cơ sở dữ liệu	7
1.5. Các chỉ tiêu chất lượng.....	7
1.6. Phương pháp đánh giá kiểm nghiệm	8
1.7. Tổng kết 1:.....	9
Chương 2: THIẾT KẾ PHẦN CỨNG CỦA HỆ THỐNG EMS TẠI KHO HÀNG DANA LOGISTC	10
2.1. Giải pháp kỹ thuật.....	10

2.2. Giải pháp phần cứng tại phòng điều khiển	10
2.2.1. Bố trí thiết bị tủ thông tin	11
2.2.2. Power supply	12
2.2.3. Switch	13
2.2.4. Bộ lưu điện UPS (Uninterruptible Power Supply)	14
2.2.5. Sơ đồ cấp nguồn tủ thông tin	14
2.3. Giải pháp phần cứng bên ngoài phòng điều khiển	15
2.3.1. Bố trí thiết bị tủ Gateway	16
2.3.2. Bộ Modbus Gateway	17
2.3.3. Module lắp và cách ly tín hiệu RS485	18
2.3.4. Sơ đồ cấp nguồn tủ gateway	19
2.4. Tổng kết 2:	20
Chương 3: CHƯƠNG TRÌNH PHẦN MỀM	21
3.1. Sơ đồ tổng quan của hệ thống phần mềm	21
3.1.1. Kết nối tới thiết bị đo	22
3.1.2. Server back-end	22
3.1.3. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu	23
3.1.4. Giao diện người dùng (Front-end - HTML & CSS)	23
3.2. Các chức năng của hệ thống	23
3.3. Giao diện SCADA	24
3.3.1. Màn hình chính	24
3.3.2. Các màn hình con của giao diện DASHBOARDS	27
3.3.3. Giao diện ALARMS	32
3.3.4. Các màn hình con của giao diện ALARMS	34
3.3.5. Màn hình giao diện chính của REPORTS	44
3.4. Màn hình xem trạng thái các thiết bị	46
3.4.1. Màn hình HMI	46
3.4.2. Lưu đồ các API	47

3.5. Đồ thị giá trị đo theo thời gian.....	50
3.5.1. Màn hình HMI	50
3.5.2. Lưu đồ thuật toán.....	50
3.6. Điều chỉnh các giá trị cảnh báo	52
3.6.1. Màn hình HMI	52
3.6.2. Lưu đồ thuật toán.....	52
3.7. Chức năng xem lại lịch sử chỉnh sửa	54
3.7.1. Màn hình HMI	54
3.7.2. Lưu đồ thuật toán.....	54
3.8. Chức năng quản lí phiên đăng nhập và phân quyền người dùng	56
3.8.1. Lí do sử dụng	56
3.8.2. Công cụ express-sessions	56
3.8.3. Lí do sử dụng	57
3.8.4. Thư viện bcrypt.....	57
3.9. Tính năng thông báo ngoài trình duyệt (Electron Notification)	58
3.9.1. Lí do sử dụng	59
3.9.2. Lưu đồ thuật toán.....	59
3.10. Tổng kết 3	59
Chương 4: ĐÁNH GIÁ VÀ KIỂM NGHIỆM.....	61
4.1. Kiểm nghiệm với thiết bị thực tế.....	61
4.1.1. Kết nối phần cứng demo hệ thống.....	61
4.2. Phần mềm mô phỏng giá trị của thiết bị đo	64
4.3. Kiểm nghiệm các tính năng trên Dashboard	65
4.3.1. Màn hình Login	65
4.3.2. Tính năng không cho phép thao tác ở một số tính năng yêu cầu cấp quyền	65
4.3.3. Trung tâm thông ngoài trình duyệt	65
4.3.4. Giao diện sơ đồ kết nối phần cứng	66
4.3.5. Hiển thị biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của tất cả khu vực	67

4.3.6. Hiển thị biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của từng khu vực.....	68
4.3.7. Hiển thị các biểu đồ so sánh điện năng tiêu thụ cùng khu vực theo thời gian ...	69
4.3.8. Hiển thị các cảnh báo.....	71
4.3.9. Biểu đồ số lần mất kết nối, quá dòng và sụt áp theo thiết bị	72
4.3.10. Hiển thị báo cáo năng lượng tiêu thụ của từng thiết bị theo ngày.....	74
4.3.11. Cài đặt ngưỡng cảnh báo bất thường (quá dòng, sụt áp dây và sụt áp pha) ...	75
4.3.12. Cài đặt dòng định mức.....	76
4.3.13. Lịch sử thay đổi cấu hình hệ thống.....	77
4.3.14. Quản lý cài đặt người dùng và tài khoản	77
4.3.15. Cài đặt và lịch vận hành hệ thống.....	78
4.3.16. Đồ thị giá trị đo của đồng hồ theo thời gian	79
4.4. Chức năng lưu trữ trên MySQL	79
4.4.1. Lưu trữ các lần cảnh báo quá dòng/sụt dòng.....	79
4.4.2. Lưu trữ cảnh báo mất kết nối.....	80
4.4.3. Lưu trữ giá trị đo (theo từng thiết bị power metter)	80
4.4.4. Lưu trữ lịch sử chỉnh sửa theo tên tài khoản đăng nhập và thời gian sửa	81
4.4.5. Lưu trữ tài khoản với mật khẩu được mã hóa	82
4.5. Tổng kết 4	82
KẾT LUẬN	84
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	86
PHỤ LỤC	87
PHỤ LỤC 1	1

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Hình 1.1. Bản vẽ mặt bằng của dự án.....	3
Hình 1.2. Phương án thiết kế phần cứng	4
Hình 1.3. Sơ đồ vị trí lắp đặt tủ Gateway 1	5
Hình 1.4. Sơ đồ vị trí lắp đặt tủ Gateway 2	5
Hình 2.1. Bản vẽ tủ thông tin	11
Hình 2.2. Tủ thông tin được thi công trong thực tế.....	11
Hình 2.3. ESSENTIAL-PS/1AC/24DC/120W/EE.....	13
Hình 2.4. FL SWITCH 1005N-2SFX.....	13
Hình 2.5. UPS Santak.....	14
Hình 2.6. Sơ đồ cấp nguồn tủ thông tin.....	15
Hình 2.7. Bản vẽ bố trí thiết bị trong tủ gateway	16
Hình 2.8. Tủ gateway được thi công trong thực tế.....	16
Hình 2.9. Gateway PAS600.....	17
Hình 2.10. Module PSM-ME-RS485/RS485-P	18
Hình 2.11. Sơ đồ cấp nguồn tủ gateway.....	20
Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý phần mềm của dự án	21
Hình 3.2. Màn hình chính của giao diện DASHBOARDS	24
Hình 3.3. API lấy dữ liệu tổng điện năng theo tháng của tất cả khu vực.....	26
Hình 3.4. Màn hình giao diện khu vực 1	28
Hình 3.5. API lấy dữ liệu tổng điện năng trong cùng khu vực theo ngày.....	29
Hình 3.6. Giao diện so sánh điện năng tiêu thụ theo thời gian.....	30
Hình 3.7. API so sánh điện năng tiêu thụ theo thời gian trong cùng một khu vực	31
Hình 3.8. Giao diện chính của ALARMS	32
Hình 3.9. Quy trình ghi lỗi quá dòng.....	33
Hình 3.10. Giao diện cảnh báo sụt áp.....	34
Hình 3.11. Giao diện cảnh báo mất kết nối	35
Hình 3.12. Quy trình ghi lỗi sụt áp.....	36
Hình 3.13. Quy trình kiểm tra thiết bị mất kết nối	38
Hình 3.14. Quy trình lưu lỗi mất kết nối của thiết bị	39
Hình 3.15. Giao diện thống kê số lần lỗi quá dòng	40

Hình 3.16. Giao diện thống kê số lần lỗi sụt áp	41
Hình 3.17. Giao diện thống kê số lần lỗi mất kết nối.....	41
Hình 3.18. Lấy giá trị để vẽ biểu đồ thống kê số lần quá dòng và sụt áp	42
Hình 3.19. Lấy giá trị để vẽ biểu đồ thống kê số lần mất kết nối.....	43
Hình 3.20. Giao diện chính của REPORTS	44
Hình 3.21. Quy trình tạo bảng báo cáo năng lượng tiêu thụ theo ngày của từng thiết bị	45
Hình 3.22. HMI hiển thị trạng thái thiết bị.....	47
Hình 3.23. HMI kiểm tra kết nối các đồng hồ đo.....	47
Hình 3.24. Lưu đồ hiển thị các trạng thái kết nối.....	48
Hình 3.25. Lưu đồ quá trình đọc dữ liệu từ thiết bị và truyền vào API	49
Hình 3.26. Màn hình hiển thị giá trị đo theo thời gian	50
Hình 3.27. Lưu đồ tính năng hiển thị giá trị đo theo thời gian.....	51
Hình 3.28. Màn hình điều chỉnh các giá trị cảnh báo.....	52
Hình 3.29. Lưu đồ thuật toán quá trình điều chỉnh giá trị cảnh báo.....	53
Hình 3.30. HMI lịch sử chỉnh sửa	54
Hình 3.31. Lưu đồ tính năng xem lại lịch sử chỉnh sửa	55
Hình 3.32. Công cụ express-sessions	56
Hình 3.33. Minh họa tính năng mã hóa dữ liệu.....	57
Hình 3.34. Lưu đồ tính năng thông báo ngoài trình duyệt	58
Hình 4.1. Sơ đồ hệ thống của dự án	61
Hình 4.2. Phạm vi mô phỏng của thiết bị thật.....	62
Hình 4.3. Kết nối phần cứng demo hệ thống.....	62
Hình 4.4. Thông số đọc trên HMI đi kèm với power meter (1)	63
Hình 4.5. Thông số đọc trên HMI đi kèm với power meter (2)	63
Hình 4.6. Thông số đọc được trên HMI của nhóm tự thiết kế	64
Hình 4.7. Giao diện màn hình Login.....	65
Hình 4.8. Tính năng không cho phép thao tác ở một số tính năng yêu cầu cấp quyền .	65
Hình 4.9. Trung tâm thông báo ngoài trình duyệt.....	65
Hình 4.10. Giao diện sơ đồ kết nối phần cứng.....	66
Hình 4.11. Sơ đồ chi tiết kết nối các đồng hồ	66
Hình 4.12. Chi tiết thông số đo các đồng hồ	67
Hình 4.13. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của tất cả khu vực (1).....	67

Hình 4.14. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của tất cả khu vực (2)	68
Hình 4.15. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của từng khu vực (1)	68
Hình 4.16. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của từng khu vực (2)	69
Hình 4.17. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của từng khu vực (3)	69
Hình 4.18. Biểu đồ so sánh điện năng tiêu thụ cùng khu vực theo thời gian (1)	70
Hình 4.19. Biểu đồ so sánh điện năng tiêu thụ cùng khu vực theo thời gian (2)	70
Hình 4.20. Chức năng cảnh báo quá dòng.....	71
Hình 4.21. Chức năng cảnh báo sụt áp	71
Hình 4.22. Chức năng cảnh báo mất kết nối	72
Hình 4.23. Biểu đồ số lần quá dòng theo thiết bị	72
Hình 4.24. Biểu đồ số lần mất kết nối (1)	73
Hình 4.25. Biểu đồ số lần mất kết nối (2)	73
Hình 4.26. Biểu đồ số lần sụt áp.....	73
Hình 4.27. Hiện thị báo cáo năng lượng tiêu thụ của từng thiết bị theo ngày (1)	74
Hình 4.28. Hiện thị báo cáo năng lượng tiêu thụ của từng thiết bị theo ngày (2)	75
Hình 4.29. Cài đặt ngưỡng cảnh báo quá dòng	75
Hình 4.30. Cài đặt ngưỡng cảnh báo sụt áp dây.....	76
Hình 4.31. Cài đặt ngưỡng cảnh báo sụt áp pha.....	76
Hình 4.32. Cài đặt dòng định mức	76
Hình 4.33. Lịch sử thay đổi cài đặt	77
Hình 4.34. Setting thêm tài khoản mới.....	77
Hình 4.35. Setting thay đổi mật khẩu	78
Hình 4.36. Setting xóa tài khoản	78
Hình 4.37. Cài đặt lịch làm việc	78
Hình 4.38. Cài đặt dòng điện bất thường ngoài giờ làm việc.....	79
Hình 4.39. Đồ thị giá trị đo theo thời gian	79
Hình 4.40. Lưu trữ các lần cảnh báo quá dòng/sụt áp	80
Hình 4.41. Lưu trữ cảnh báo mất kết nối.....	80
Hình 4.42. Lưu trữ giá trị từ thiết bị đo	81
Hình 4.43. Lưu trữ lịch sử chỉnh sửa.....	81
Hình 4.44. Lưu trữ tài khoản với mật khẩu được mã hóa	82
PL 1. Vị trí lắp đặt các tủ Gateway và các dây tín hiệu	1

Bảng 2.1. Danh sách các thiết bị trong tủ thông tin	12
Bảng 2.2. Thông số bộ switch	13
Bảng 2.3. Danh sách các thiết bị trong tủ gateway	17
Bảng 2.4. Thông số bộ Modbus Gateway	18
Bảng 2.5. Thông số bộ lặp và cách ly tín hiệu RS-485	18

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Viết đầy đủ	Ý nghĩa
API	Application Programming Interface	Giao diện lập trình ứng dụng
EMS	Energy Management System	Hệ thống giám sát năng lượng
ID	Identifier	Mã định danh, dùng để phân biệt giữa các thiết bị
IP	Internet Protocol	Giao thức định địa chỉ cho các thiết bị trong mạng
MCB	Miniature Circuit Breaker	Aptomat tếp
ODF	Optical Distribution Frame	Hộp phối quang
RTU	Remote Terminal Unit	Giao thức truyền thông kiểu nối tiếp (serial) thường dùng trong công nghiệp, RTU ám chỉ thiết bị đầu cuối từ xa, giao tiếp qua chuẩn như RS-485
TCP	Transmission Control Protocol	Giao thức truyền thông kiểu Ethernet
UPS	Uninterruptible Power Supply	Bộ lưu điện
VS Code	Visual Studio Code	Trình soạn thảo mã nguồn mở

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài:

Trong bối cảnh chuyển đổi số và tối ưu hóa vận hành trong lĩnh vực logistics, việc giám sát và quản lý điện năng tiêu thụ đóng vai trò then chốt đối với hiệu quả kinh tế và độ tin cậy của hạ tầng. Tại kho hàng DaNa Logistics – một cơ sở mới đi vào khai thác – các thiết bị đo điện đã được bố trí tại nhiều khu vực (kho trung tâm, phòng bảo vệ, bãi xe, khối văn phòng, căn tin...), nhưng dữ liệu hiện vẫn được thu thập thủ công. Hoạt động “đi từng đồng hồ – ghi từng chỉ số” không chỉ tiêu tốn nhân lực, dễ phát sinh sai số mà còn triệt tiêu khả năng theo dõi tức thời và phân tích xu hướng. Hệ thống quản lý năng lượng tự động (Energy Management System – EMS) vì thế trở thành yêu cầu cấp thiết để hỗ trợ giám sát liên tục, đưa ra cảnh báo kịp thời và cung cấp căn cứ tối ưu hóa vận hành cho kho hàng.

Công ty BKAS đang triển khai giải pháp EMS tổng thể, bao gồm cả phần cứng và phần mềm, trên nền tảng PME (Power Monitoring Expert)[2] của Schneider Electric. Tuy nhiên, mô hình này vận hành dưới dạng “hộp đen” mã nguồn đóng, kèm chi phí bản quyền cao và phụ thuộc vào việc mua thêm module khi mở rộng tính năng. Đề tài này lựa chọn hướng tiếp cận khác biệt: xây dựng một nền tảng EMS trên mã nguồn mở do chính nhóm nghiên cứu phát triển. Đề tài này với mục đích phục vụ đồ án tốt nghiệp và được thực hiện song song với dự án của doanh nghiệp. Giải pháp của nhóm không chỉ cho phép tùy biến sâu, tích hợp linh hoạt với hạ tầng hiện tại của DaNa Logistics mà còn giảm thiểu đáng kể chi phí vận hành lâu dài. Bên cạnh các chức năng thu thập, lưu trữ và hiển thị dữ liệu thời gian thực tương đương các hệ thống thương mại, đề tài còn bổ sung các tính năng bảo mật (mã hóa mật khẩu bằng bcrypt, phân quyền người dùng và quản lý session), cùng cơ chế thông báo desktop độc lập giúp cảnh báo vẫn được hiển thị ngay cả khi trình duyệt đã đóng. Những điểm mới này không chỉ giải quyết các hạn chế về chi phí và linh hoạt của hệ thống hiện tại mà còn mở ra hướng triển khai EMS kinh tế và dễ bảo trì cho các dự án vừa và nhỏ.

2. Mục tiêu đề tài

Đề tài hướng đến việc tăng cường khả năng giám sát và quản lý năng lượng tiêu thụ tại kho hàng DaNa Logistics thông qua việc phát triển một hệ thống phần mềm giám

sát điện năng được xây dựng hoàn toàn bởi nhóm, thực hiện trên nền tảng Visual Studio Code (VSCode). Hệ thống này có chức năng tương đương với các giải pháp thương mại như Power Monitoring Expert (PME) – vốn nổi bật về tính năng và giao diện trực quan – nhưng được phát triển theo hướng tùy biến, linh hoạt, tối ưu chi phí. Hệ thống giúp theo dõi, phân tích và quản lý điện năng của các tủ điện phân phối trong kho hàng Danalogistic. Giám sát thời gian thực, cung cấp dữ liệu chính xác về mức tiêu thụ điện, công suất, điện áp, dòng điện của hệ thống. Phát hiện sớm các bất thường, cảnh báo sự cố. Xây dựng các cảnh báo tự động khi xảy ra quá tải, mất pha, sụt áp hoặc các lỗi vận hành khác. Cung cấp báo cáo trực quan, dữ liệu lịch sử tiêu thụ điện để hỗ trợ nhà quản lý đánh giá hiệu suất hệ thống.

3. Phạm vi đề tài

Phạm vi triển khai: Hệ thống được áp dụng tại kho hàng DaNa Logistics (địa chỉ tại lô U18, đường 10B ND, KCN Hòa Khánh mở rộng, xã Hòa Liên, huyện Hòa Vang, TP. Đà Nẵng). Các thiết bị đo điện đã được lắp đặt sẵn tại các khu vực này và sẽ được kết nối vào hệ thống EMS được phát triển trong khuôn khổ đề tài.

Phạm vi thời gian: 12/03/2025 đến ngày 04/06/2025.

4. Nội dung thực hiện

Nội dung thực hiện của đề án được triển khai tuần tự theo bốn giai đoạn chính, tương ứng với bốn chương trong báo cáo. Mỗi phần đều phản ánh một bước tiến quan trọng trong quá trình nghiên cứu, thiết kế và triển khai hệ thống giám sát năng lượng (EMS) tích hợp cả phần cứng và phần mềm, với mục tiêu tạo ra một giải pháp có tính ứng dụng cao tại môi trường công nghiệp thực tế.

Phần một tập trung vào nghiên cứu tổng quan về Hệ thống Quản lý Năng lượng (EMS) và áp dụng vào dự án thực tế kho hàng DaNa Logistics. Nội dung bao gồm việc tìm hiểu các công nghệ cốt lõi, nguyên lý vận hành, phương thức giao tiếp và cấu trúc kết nối giữa các thiết bị trong hệ thống EMS. Tiếp đó, đề án tiến hành khảo sát chi tiết hiện trạng hệ thống điện tại nhà kho thuộc dự án DaNa Logistics – đối tượng chính của đề tài. Trên cơ sở đánh giá nhu cầu và điều kiện thực tế tại đây, đề án đề xuất sơ đồ công nghệ tối ưu ban đầu, làm nền tảng cho các bước thiết kế, xây dựng và triển khai hệ thống giám sát năng lượng trong các chương sau. Phần chính của nội dung nêu trên được trình bày trong chương 1 của đề án.

Phần hai là giai đoạn thiết kế phần cứng, đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng hệ thống thu thập tín hiệu điện ổn định và chính xác. Dựa trên mặt bằng thực tế của nhà kho, nhóm đã bố trí các tủ điện trung tâm và tủ thông tin tại hiện trường một

cách tối ưu về mặt kỹ thuật và chi phí. Việc lựa chọn thiết bị đo, gateway, nguồn và thiết bị mạng được thực hiện có cơ sở, đảm bảo đáp ứng yêu cầu truyền thông theo chuẩn Modbus RTU/TCP. Song song đó, các sơ đồ đấu nối tín hiệu, cấp nguồn và mạng công nghiệp cũng được xây dựng chi tiết, phục vụ cho thi công, bảo trì và mở rộng hệ thống. Nội dung này được trình bày trong Chương 2.

Phần ba tập trung vào quá trình phát triển phần mềm phục vụ thu thập, lưu trữ và hiển thị dữ liệu. Trước hết, nhóm xác định kiến trúc tổng thể của ứng dụng, phân chia các lớp chức năng và lựa chọn công nghệ phù hợp. Tiếp theo, nhóm khảo sát, đánh giá và tích hợp các giải pháp mã nguồn mở tối ưu để xây dựng nền tảng phần mềm. Cuối cùng, chương đi sâu vào việc định nghĩa API, thiết kế cơ sở dữ liệu, triển khai giao diện người dùng và cơ chế bảo mật. Nội dung chính của phần này được trình bày trong Chương 3.

Phần cuối là quá trình kiểm nghiệm và đánh giá chất lượng hệ thống, trong đó nhóm đã tiến hành chạy thử trên thiết bị Power Meter thực tế nhằm xác minh khả năng kết nối, độ chính xác và độ ổn định trong vận hành. Song song đó, hệ thống cũng được kiểm thử bằng phần mềm mô phỏng để đánh giá tính toàn vẹn dữ liệu, khả năng xử lý bất thường, thời gian phản hồi và hiệu suất hiển thị qua giao diện người dùng. Việc kiểm nghiệm không chỉ giúp xác nhận hệ thống hoạt động đúng như thiết kế, mà còn làm cơ sở để nhận diện các điểm cần tối ưu trong các giai đoạn phát triển tiếp theo. Nội dung này được trình bày cụ thể trong Chương 4.

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG EMS CHO KHO HÀNG DANA LOGISTIC

1.1. Giới thiệu về hệ thống quản lý năng lượng EMS cho kho hàng DaNa Logistic

Kho hàng DaNa Logistics đặt tại lô U18, đường 10B ND, KCN Hòa Khánh mở rộng, xã Hòa Liên, huyện Hòa Vang, TP. Đà Nẵng, là một trung tâm kho vận với tổng diện tích quy hoạch lên đến 44987 m² và diện tích xây dựng thực tế đạt 33207 m², chiếm khoảng 74% tổng diện tích. Trong đó có các hạng mục công trình kiến trúc chiếm 16634 m² như nhà kho (15008 m²), văn phòng (500 m²), nhà để xe máy (750 m²), phòng điện (140 m²), cùng các khu vực chức năng hỗ trợ khác như phòng bảo vệ và phòng chứa rác... Ngoài ra kho hàng còn được bố trí hợp lý với 4.990 m² cây xanh và 11.583 m² dành cho sân và đường nội bộ, tạo nên một không gian vận hành hiệu quả. Với quy mô này, hệ thống điện đóng vai trò then chốt, không chỉ cung cấp năng lượng ổn định cho các thiết bị công nghiệp mà còn đảm bảo tính liên tục cho toàn bộ quy trình quản lý và luân chuyển hàng hóa. Mức tiêu thụ điện tại đây diễn ra đồng thời, phân bố đa dạng và biến động tùy thuộc vào thời gian hoạt động, số lượng nhân công, cũng như cường độ sử dụng thiết bị. Trong bối cảnh đó, việc triển khai hệ thống giám sát và quản lý năng lượng tập trung (EMS) trở thành giải pháp cốt lõi, giúp tối ưu hóa hiệu suất vận hành, giảm thiểu chi phí và phát hiện kịp thời các rủi ro kỹ thuật tiềm ẩn.

Hệ thống EMS tại DaNa Logistics được thiết kế để thu thập và xử lý dữ liệu điện năng tại hơn 40 điểm đo lường bố trí rải rác khắp các tủ điện trong toàn bộ khu kho. Mỗi điểm đo lường này sử dụng đồng hồ ba pha chuyên dụng, có khả năng đo chính xác các thông số như điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ, hệ số công suất và điện năng tích lũy. Tất cả dữ liệu từ các đồng hồ sẽ được truyền về hai tủ Gateway trung tâm thông qua mạng truyền thông công nghiệp, trước khi được đưa lên hệ thống phần mềm quản lý tập trung. Tất cả dữ liệu được hiển thị trên một giao diện trực quan, giúp người quản lý dễ dàng theo dõi mức tiêu thụ điện theo từng khu vực, từng thời điểm, và từng loại tải. Nhờ có hệ thống lưu trữ dữ liệu liên tục, toàn bộ lịch sử sử dụng điện được ghi nhận và có thể truy xuất lại để phân tích xu hướng, phát hiện điểm bất thường như việc tiêu thụ điện tăng đột biến ngoài giờ hành chính, hay các tải tiêu thụ không đều giữa các pha. Điều này giúp cho việc quản lý vận hành không còn dựa vào kinh nghiệm cảm tính, mà được hỗ trợ bởi số liệu cụ thể, chính xác. Tóm lại, hệ thống EMS tại kho hàng DaNa Logistics không chỉ là một công cụ giám sát điện năng, mà là một nền tảng công nghệ then chốt,

giúp chuyển đổi mô hình vận hành truyền thống sang mô hình quản lý hiện đại, dữ liệu hóa và chủ động. Nhờ hệ thống này, toàn bộ hệ thống điện của kho vận giờ đây được theo dõi một cách chính xác, liên tục và thông minh, góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng điện, tối ưu vận hành, và tăng cường độ an toàn cho toàn bộ hạ tầng của kho hàng.

1.2. Mục tiêu của đề tài

Mục tiêu chính của đề tài là thiết kế và triển khai một hệ thống EMS tích hợp cả phần cứng và phần mềm, có khả năng giám sát thời gian thực với độ chính xác cao. Hệ thống cần thu thập dữ liệu chi tiết về các thông số như điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ từ 48 đồng hồ đo đặt tại các khu vực chính của nhà kho. Dữ liệu này sẽ được sử dụng để phân tích và tối ưu hóa hiệu suất sử dụng điện, đồng thời phát hiện sớm các bất thường như tiêu thụ điện ngoài giờ làm việc, quá tải, mất pha, hoặc sụt áp, từ đó đưa ra cảnh báo kịp thời để giảm thiểu rủi ro sự cố. Cụ thể, đề tài hướng tới các mục tiêu sau:

- Giám sát và quản lý điện năng hiệu quả: Hệ thống EMS cho phép theo dõi và phân tích mức tiêu thụ điện của các tủ điện phân phối trong kho hàng DaNa Logistic, đảm bảo dữ liệu được cập nhật liên tục và chính xác.
- Cung cấp dữ liệu thời gian thực: Hệ thống ghi nhận các thông số như điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ tại từng khu vực, với chu kỳ cập nhật 10 giây/lần đo, giúp nhà quản lý nắm bắt tình hình sử dụng điện ngay lập tức.
- Phát hiện và cảnh báo sự cố: Hệ thống tự động nhận diện các tình huống bất thường như tiêu thụ điện ngoài giờ, quá tải, mất pha, hoặc sụt áp, đồng thời gửi cảnh báo qua giao diện HMI để nhà quản lý xử lý kịp thời.
- Tích hợp hệ thống cảnh báo tự động: Đảm bảo các cảnh báo được kích hoạt ngay khi xảy ra lỗi vận hành, giúp giảm thiểu nguy cơ hỏng hóc thiết bị hoặc gián đoạn hoạt động của kho hàng.
- Cung cấp báo cáo trực quan, dữ liệu lịch sử tiêu thụ điện để hỗ trợ nhà quản lý đánh giá hiệu suất hệ thống.

1.3. Tổng quan về dự án EMS cho kho hàng Dana logistic

1.3.1. Mặt bằng của dự án

Dự án được triển khai trên một khu vực có diện tích lớn, bao gồm nhiều khu vực chức năng khác nhau nhằm phục vụ hoạt động của một nhà kho. Bản vẽ mặt bằng của dự án được trình bày trong Hình 1.1, thể hiện chi tiết cách bố trí các khu vực chính và các công trình phụ trợ. Khu vực trung tâm của mặt bằng là nhà kho chính, được đánh số 1, chiếm phần lớn diện tích và được thiết kế với nhiều cửa ra vào (docks) xung quanh

để thuận tiện cho việc xuất nhập hàng hóa. Phía bên phải của nhà kho là khu vực văn phòng, được đánh số 2, khu vực này được thiết kế để phục vụ các hoạt động quản lý và điều hành của nhà kho. Ngoài ra, mặt bằng còn bao gồm các khu vực chức năng khác như bãi đỗ xe máy, đánh số 4. Khu vực bể nước và máy bơm, đánh số 5, được đặt ở vị trí hợp lý để cung cấp nước cho các hoạt động vận hành và chữa cháy. Phòng điện, đánh số 7, là nơi chứa các thiết bị điện chính của dự án.



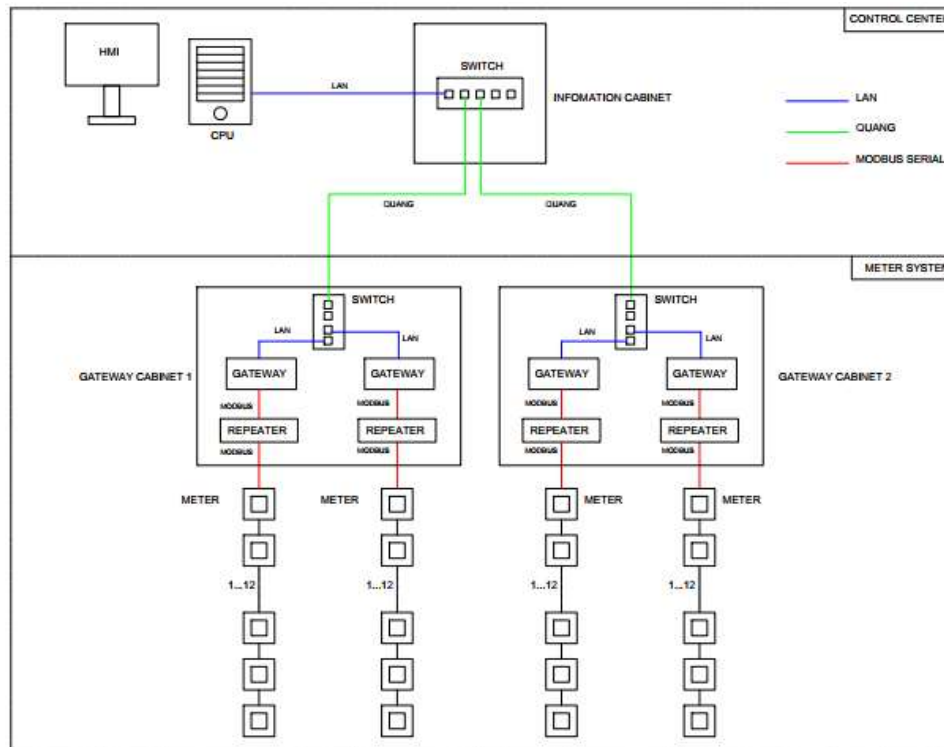
Hình 1.1. Bản vẽ mặt bằng của dự án

1.3.2. Phương án thiết kế phần cứng đề xuất [1]

Để triển khai hiệu quả hệ thống giám sát năng lượng tiêu thụ cho dự án, một phương án thiết kế phần cứng được đề xuất và trình bày chi tiết trong Hình 1.2. Tại phòng giám sát và điều khiển, hệ thống được bố trí 1 máy tính và 1 tủ thông tin. Bên trong tủ thông tin được trang bị thiết bị Switch 7 cổng, bộ nguồn không gián đoạn (UPS) và hộp phối quang. Tủ thông tin có nhiệm vụ thu thập, xử lý và truyền dữ liệu tất cả các đồng hồ đến hệ thống giám sát năng lượng. Đóng vai trò là trung tâm giao tiếp giữa các thiết bị giám sát điện năng và phần mềm quản lý, đảm bảo sự đồng bộ giữa các tủ điện phân phối, tủ Gateway và hệ thống phần mềm EMS.

Tại các vị trí chỉ định, lắp đặt 2 tủ Gateway. Trong tủ Gateway chứa thiết bị Switch 7 cổng, 2 Module lặp, 2 bộ Modbus Gateway, 1 hộp phối quang. Mỗi tủ nhận tín hiệu RS485 từ 2 dây đồng hồ. Tín hiệu được đưa vào module lặp để giúp mở rộng khoảng cách truyền tín hiệu và tăng số lượng thiết bị có thể kết nối trên đường truyền. Khi tín hiệu truyền trên khoảng cách xa, nó sẽ bị suy giảm và nhiễu, dẫn đến lỗi dữ liệu. Bộ lặp giúp khuếch đại lại tín hiệu để đảm bảo dữ liệu truyền đi luôn tín cậy và ổn định.

Tín hiệu khi qua module lắp thì sẽ được đưa vào bộ Modbus Gateway, lúc này tín hiệu được chuyển đổi từ Modbus RS485 sang Modbus TCP/IP, giúp truyền tải dữ liệu dễ dàng qua hệ thống mạng Ethernet. Bộ Switch tại tủ lúc này có nhiệm vụ truyền dữ liệu tới tủ thông tin bằng cáp quang qua hộp phối quang lắp đặt tại tủ.

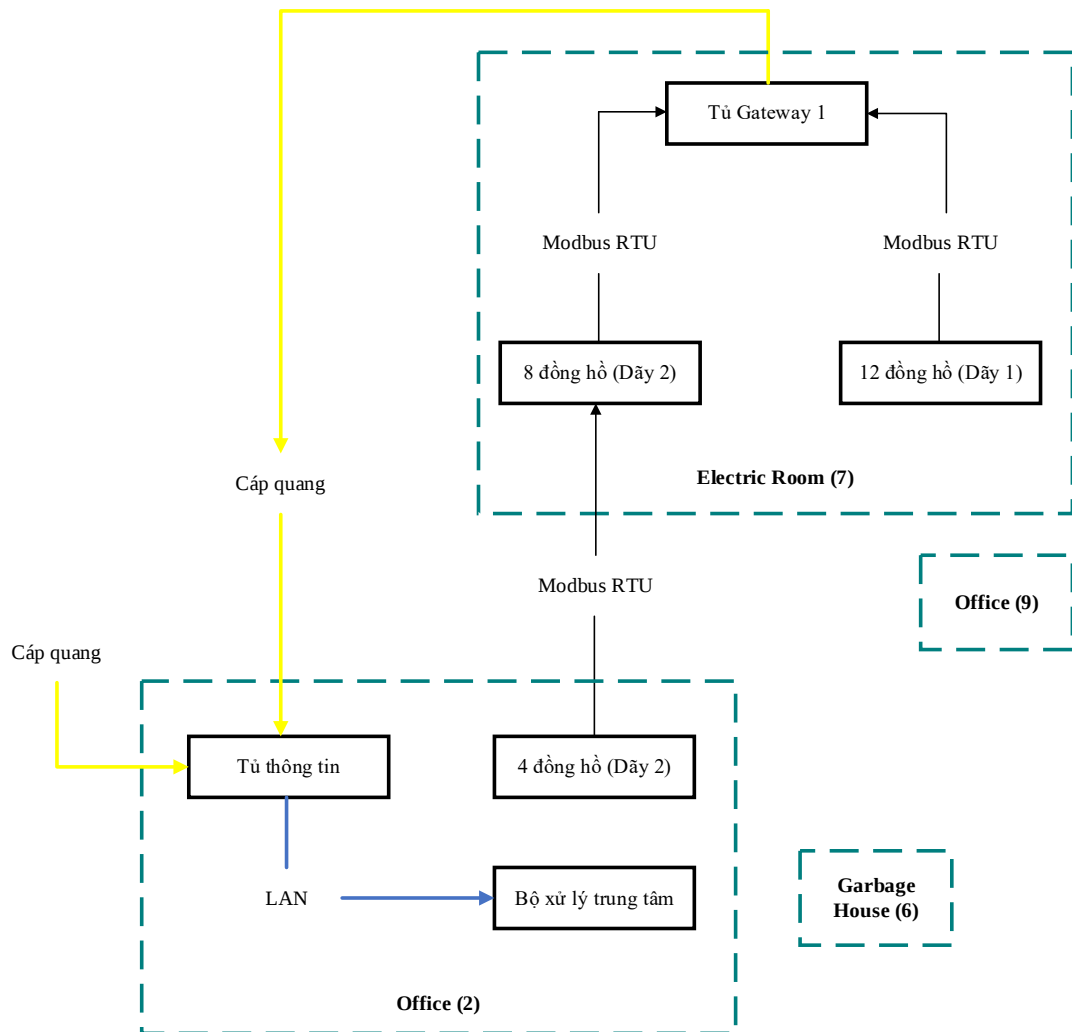


Hình 1.2. Phương án thiết kế phần cứng

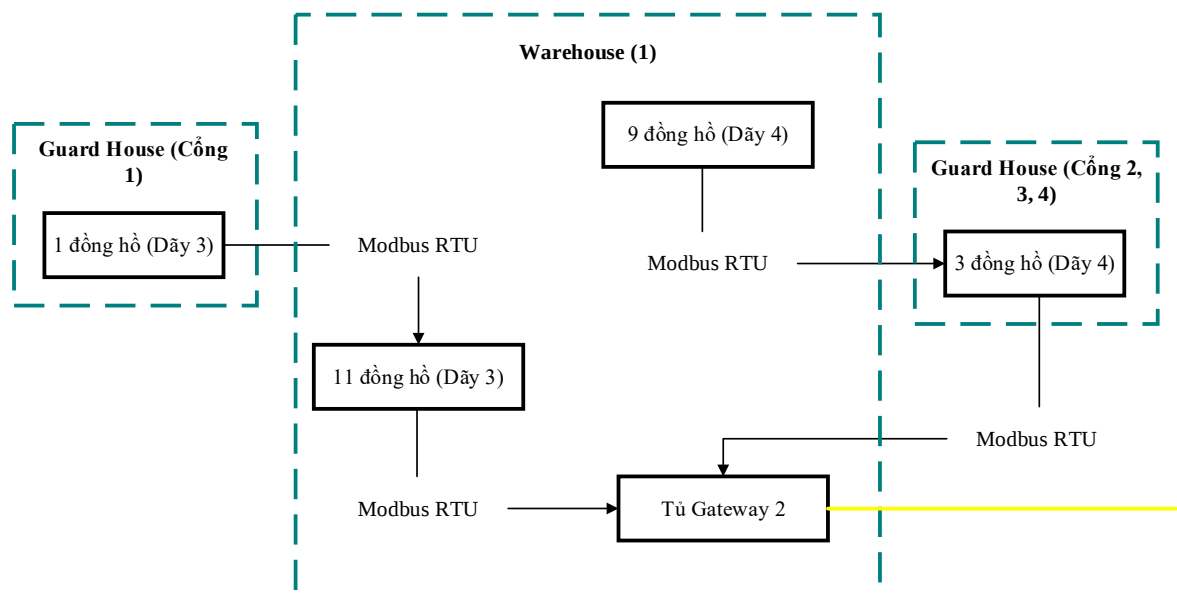
1.3.3. Vị trí lắp đặt các tủ Gateway và các dây tín hiệu

Hệ thống giám sát năng lượng được triển khai với việc xác định chính xác vị trí lắp đặt hai tủ Gateway và các dây tín hiệu từ các đồng hồ đo, nhằm đảm bảo hiệu quả thu thập dữ liệu và truyền tải thông tin về phòng trung tâm giám sát. Việc bố trí được thiết kế dựa trên bản vẽ mặt bằng và yêu cầu kỹ thuật của dự án, được minh họa chi tiết trong sơ đồ khối PL 1 ở phần phụ lục 1. Để dễ dàng quan sát, sơ đồ này được chia thành hai phần chi tiết: Hình 1.3 (mô tả vị trí lắp đặt Tủ Gateway 1 với các dây tín hiệu liên quan) và Hình 1.4 (mô tả vị trí lắp đặt Tủ Gateway 2 với các dây tín hiệu còn lại).

Hình 1.3 mô tả khu vực lắp đặt Tủ Gateway 1, được đặt tại phòng điện. Tủ Gateway 1 quản lý hai dãy tín hiệu: Dãy 1 với 12 đồng hồ đặt tại phòng điện và dãy 2 với 12 đồng hồ, trong đó 4 đồng hồ đặt tại khu văn phòng và 8 đồng hồ tại phòng điện. Các đồng hồ trong mỗi dãy được kết nối bằng giao thức Modbus RTU, truyền tín hiệu RS485 về tủ Gateway 1 để xử lý và truyền tiếp dữ liệu qua cáp quang về tủ thông tin đặt tại phòng giám sát trung tâm.



Hình 1.3. Sơ đồ vị trí lắp đặt tủ Gateway 1



Hình 1.4. Sơ đồ vị trí lắp đặt tủ Gateway 2

Hình 1.4 tập trung vào khu vực lắp đặt tủ Gateway 2, được đặt tại nhà kho. Tủ Gateway 2 quản lý hai dây tín hiệu trong đó dây 3 gồm 11 đồng hồ đặt xung quanh nhà kho và 1 đồng hồ tại phòng bảo vệ ở cổng số 1. Dây 4 gồm 9 đồng hồ còn lại đặt xung quanh kho và 3 đồng hồ tại phòng bảo vệ ở các cổng số 2, 3 và 4. Tương tự, các đồng hồ trong dây 3 và dây 4 cũng được kết nối qua giao thức Modbus RTU, truyền tín hiệu về tủ Gateway 2 để xử lý, sau đó dữ liệu được gửi qua cáp quang truyền về tủ thông tin tại phòng giám sát trung tâm.

1.4. Các công cụ sử dụng

1.4.1. Phần mềm lập trình

Visual Studio Code (VS Code) là một trình soạn thảo mã nguồn đa nền tảng, nhẹ nhưng mạnh mẽ, được phát triển bởi Microsoft. Đây là công cụ rất phổ biến trong cộng đồng lập trình viên nhờ khả năng hỗ trợ đa ngôn ngữ lập trình như JavaScript, Python, C++, HTML, CSS,... cùng với kho tiện ích mở rộng phong phú. Trong đồ án này, VS Code được sử dụng làm môi trường phát triển chính để lập trình các thành phần của hệ thống quản lý năng lượng (EMS), bao gồm cả phần giao diện HTML, xử lý logic với Node.js và kết nối cơ sở dữ liệu.

VS Code cung cấp giao diện thân thiện, hỗ trợ tô màu cú pháp, tự động hoàn thành mã, gợi ý lệnh thông minh và chức năng kiểm tra lỗi theo thời gian thực, giúp quá trình viết và kiểm tra mã trở nên hiệu quả hơn. Ngoài ra, các tiện ích mở rộng như “Node.js Extension Pack”, “Live Server” hay “Prettier” còn hỗ trợ tối ưu trong quá trình viết mã server, chạy thử giao diện và định dạng code. Với tính năng tích hợp Git, VS Code cũng giúp người dùng dễ dàng quản lý phiên bản mã nguồn trong quá trình phát triển. Nhờ những ưu điểm đó, VS Code là một công cụ lý tưởng và phù hợp với quy mô, mục tiêu và yêu cầu của đồ án này.

1.4.2. Phần mềm chạy server

Node.js là một nền tảng mã nguồn mở, xây dựng trên công cụ JavaScript Runtime của Chrome (V8 Engine), cho phép chạy mã JavaScript phía máy chủ (server-side). Đây là công nghệ trung tâm được sử dụng trong đồ án để phát triển phần backend cho hệ thống EMS. Với kiến trúc hướng sự kiện (event-driven) và mô hình I/O không đồng bộ (non-blocking I/O), Node.js có khả năng xử lý đồng thời nhiều yêu cầu một cách hiệu quả, rất phù hợp cho các ứng dụng giám sát và thu thập dữ liệu thời gian thực như hệ thống quản lý năng lượng.

Trong đồ án này, Node.js được sử dụng để xây dựng server web, xử lý các yêu cầu từ trình duyệt, kết nối và truy vấn cơ sở dữ liệu (MySQL), đồng thời giao tiếp với các

Sinh viên thực hiện: Lê Ngọc Thành, Trần Văn Vinh Hướng dẫn: PGS.TS.Lê Tiến Dũng 6

thiết bị Modbus thông qua thư viện tương thích. Node.js cũng hỗ trợ rất tốt việc xây dựng các REST API, cho phép trao đổi dữ liệu linh hoạt giữa phần frontend và backend. Việc lựa chọn Node.js giúp hệ thống có khả năng mở rộng, dễ bảo trì và dễ tích hợp thêm các chức năng trong tương lai, đồng thời phù hợp với xu hướng công nghệ hiện đại dựa trên JavaScript toàn diện (full-stack JavaScript).

1.4.3. Phần mềm quản trị cơ sở dữ liệu

MySQL là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (RDBMS – Relational Database Management System) mã nguồn mở, được phát triển và duy trì bởi Oracle Corporation. Với hiệu suất cao, độ ổn định tốt và khả năng xử lý linh hoạt, MySQL được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống quản lý dữ liệu vừa và lớn, đặc biệt là trong các ứng dụng web và hệ thống giám sát. Trong đề án này, MySQL đóng vai trò là nơi lưu trữ toàn bộ dữ liệu thu thập được từ các thiết bị đo lường năng lượng trong hệ thống EMS.

Cơ sở dữ liệu MySQL giúp lưu trữ có tổ chức các giá trị đo lường như điện áp, dòng điện, công suất và các thông số vận hành khác theo từng thời điểm cụ thể. Nhờ đó, hệ thống có thể truy xuất, phân tích, hiển thị và so sánh dữ liệu trong nhiều khoảng thời gian khác nhau một cách dễ dàng. Việc thiết kế bảng dữ liệu hợp lý giúp hệ thống hoạt động ổn định và mở rộng trong tương lai, ví dụ như thêm thiết bị mới, ghi dữ liệu từ nhiều điểm đo, hoặc thống kê báo cáo theo ngày, tuần, tháng.

Một ưu điểm nổi bật của MySQL là khả năng tương thích cao với các ngôn ngữ lập trình như Node.js, Python, PHP,... cũng như hỗ trợ giao tiếp thông qua thư viện mysql2 trong môi trường Node.js mà đề án này đang sử dụng. Điều này giúp việc kết nối, truy vấn và cập nhật dữ liệu giữa backend và cơ sở dữ liệu trở nên nhanh chóng và hiệu quả. Ngoài ra, các công cụ hỗ trợ như MySQL Workbench giúp người dùng dễ dàng trực quan hóa cấu trúc cơ sở dữ liệu, kiểm tra bảng, thực hiện câu lệnh SQL và giám sát hiệu suất truy vấn.

Việc lựa chọn MySQL làm hệ quản trị dữ liệu trong đề án không chỉ phù hợp về mặt kỹ thuật mà còn mang lại tính thực tế cao, bởi MySQL được sử dụng rộng rãi trong nhiều doanh nghiệp và hệ thống công nghiệp. Điều này tạo nền tảng tốt cho việc mở rộng hệ thống EMS trong các dự án sau này.

1.5. Các chỉ tiêu chất lượng

Đề hệ thống giám sát và quản lý năng lượng (EMS) được triển khai tại kho hàng DaNa Logistics vận hành hiệu quả, ổn định và đáp ứng đúng nhu cầu thực tế, dựa trên yêu cầu kỹ thuật và quy mô của dự án hệ thống phải đạt được các chỉ tiêu chất lượng cụ thể dưới đây:

- Độ chính xác của dữ liệu đo lường: Hệ thống phải thu thập và hiển thị dữ liệu về điện áp, dòng điện, công suất tiêu thụ và các thông số khác với sai số không vượt quá 2% so với giá trị thực tế. Điều này đảm bảo rằng các quyết định quản lý năng lượng được đưa ra dựa trên dữ liệu đáng tin cậy.
- Tốc độ cập nhật dữ liệu: Hệ thống cần cập nhật dữ liệu theo thời gian thực hoặc với chu kỳ 10 giây/lần đo nhằm kịp thời phản ánh các thay đổi trong hệ thống điện.
- Khả năng cảnh báo sớm: Hệ thống phải phát hiện và đưa ra cảnh báo khi phát hiện bất thường như: quá dòng, mất pha, sụt áp, hoặc tiêu thụ điện bất thường.
- Khả năng lưu trữ dữ liệu: Hệ thống có thể lưu trữ dữ liệu lịch sử về tiêu thụ điện, hỗ trợ truy xuất và phân tích theo thời gian (ngày, tuần, tháng).
- Tính trực quan của giao diện người dùng (UI): Giao diện EMS thân thiện, dễ sử dụng, có khả năng hiển thị báo cáo bằng biểu đồ, bảng số liệu rõ ràng, hỗ trợ nhà quản lý dễ dàng khai thác và phân tích dữ liệu.
- Hiệu quả chi phí: Sử dụng các công cụ mã nguồn mở như VS Code, Node.js, và MySQL để giảm chi phí triển khai, đồng thời đảm bảo hiệu suất tương đương hoặc vượt trội so với các giải pháp thương mại.

1.6. Phương pháp đánh giá kiểm nghiệm

Việc đánh giá hiệu quả và chất lượng của hệ thống EMS sẽ được thực hiện dựa trên các phương pháp kiểm thử và đo lường thực tế sau:

- a) Kiểm thử chức năng :Kiểm tra từng chức năng chính của hệ thống như thu thập dữ liệu, hiển thị thông số điện, xuất báo cáo, cảnh báo sự cố... đảm bảo hoạt động đúng theo yêu cầu đề ra. Mô phỏng các tình huống sự cố (ví dụ: ngắt một pha, tăng tải đột ngột) để đánh giá khả năng phát hiện và cảnh báo của hệ thống.
- b) Kiểm tra tích hợp phần cứng và phần mềm: Kết nối các thiết bị đo lường với hệ thống EMS thông qua giao thức Modbus. Kiểm tra khả năng thu thập dữ liệu từ thiết bị và hiển thị trên giao diện phần mềm.
- c) Đo lường độ chính xác dữ liệu: So sánh dữ liệu thu thập được và hiển thị lên HMI với thiết bị đo là đồng hồ điện chuyên dụng hoặc so sánh với dữ liệu từ phần mềm mô phỏng Modbus Slave để kiểm chứng độ sai lệch.
- d) Kiểm tra tính độ tin cậy: Chạy hệ thống và tạo ra vài lỗi giả lập để kiểm tra xem hệ thống có ghi nhận lỗi không. Đánh giá khả năng xử lý dữ liệu và độ tin cậy.
- e) Kiểm tra khả năng mở rộng: Thêm thiết bị đo lường giả lập vào hệ thống và kiểm tra khả năng nhận diện, thu thập dữ liệu, và tích hợp vào cơ sở dữ liệu mà không cần sửa đổi mã nguồn lớn.

1.7. Tổng kết 1:

Chương 1 của đề tài đã trình bày một cách toàn diện về tổng quan hệ thống quản lý năng lượng (EMS) được triển khai tại kho hàng DaNa Logistics. Mở đầu bằng việc giới thiệu bối cảnh thực tiễn đã làm rõ vai trò thiết yếu của EMS trong việc giám sát, tối ưu hóa và đảm bảo tính ổn định cho hệ thống điện tại đây. Bên cạnh đó, chương cũng đã xác lập rõ ràng mục tiêu của đề tài, trong đó nhấn mạnh đến việc xây dựng một hệ thống tích hợp cả phần cứng và phần mềm, có khả năng hoạt động ổn định trong thời gian thực, tự động phát hiện các bất thường như quá tải, mất pha, hoặc tiêu thụ điện ngoài giờ làm việc. Các nội dung tiếp theo đã lần lượt đi sâu vào đặc điểm mặt bằng, phương án bố trí thiết bị đo lường, đồng thời giới thiệu các công cụ và phần mềm được lựa chọn như Visual Studio Code, Node.js và MySQL – đây là các thành phần then chốt tạo nên nền tảng kỹ thuật cho toàn bộ hệ thống.

Không dừng lại ở việc mô tả thiết kế sơ bộ, chương này còn đưa ra các tiêu chí chất lượng cụ thể mà hệ thống cần đáp ứng. Qua đó, chương 1 không chỉ đóng vai trò giới thiệu mà còn xây dựng một nền tảng lý luận và kỹ thuật vững chắc, tạo điều kiện thuận lợi cho việc triển khai và kiểm thử hệ thống ở các giai đoạn tiếp theo. Từ những cơ sở đã được trình bày, chương 2 sẽ tiếp tục đi sâu vào thiết kế chi tiết phần cứng – nơi các phương án lý thuyết được hiện thực hóa thông qua cấu hình thiết bị cụ thể, sơ đồ cấp nguồn, và cách bố trí các thành phần trong môi trường thực tế. Đây là bước chuyển quan trọng từ mô hình ý tưởng sang kiến trúc kỹ thuật cụ thể, quyết định trực tiếp đến hiệu quả và độ ổn định của hệ thống EMS trong quá trình vận hành.

Chương 2: THIẾT KẾ PHẦN CỨNG CỦA HỆ THỐNG EMS TẠI KHO HÀNG DANA LOGISTC

2.1. Giải pháp kỹ thuật

Ở phần trước, đề tài đã trình bày tổng quan về phương án thiết kế phần cứng cũng như vị trí lắp đặt các tủ Gateway và dây tín hiệu – đây là cơ sở nền tảng để xây dựng nên kiến trúc triển khai phần cứng cho toàn hệ thống EMS tại kho hàng DaNa Logistics. Cụ thể, mục 1.3.2 đã đưa ra giải pháp bố trí các thành phần chính như tủ thông tin, hệ thống máy tính giám sát và các tủ Gateway – từ đó hình thành nên một cấu trúc nhằm đảm bảo hệ thống có khả năng thu thập dữ liệu một cách toàn diện, chính xác và liên tục. Tiếp nối nội dung đó, phần 1.3.3 đã xác định các vị trí lắp đặt cụ thể cho hai tủ Gateway, đồng thời phân chia các dây tín hiệu đầu vào theo từng khu vực chức năng như kho chính, phòng điện, văn phòng, và các cổng bảo vệ.

Từ cơ sở thiết kế và bố trí đó, chương 2 sẽ đi vào chi tiết giải pháp kỹ thuật phần cứng, nhằm cụ thể hóa phương án triển khai thực tế tại hiện trường. Các nội dung tiếp theo sẽ trình bày rõ ràng cấu hình phần cứng tại từng khu vực – bao gồm khu vực phòng điều khiển trung tâm và khu vực bên ngoài – nơi đặt các tủ Gateway và đấu nối từ các tủ điện hiện hữu. Đây là giai đoạn then chốt để chuyển đổi mô hình thiết kế lý thuyết thành một hệ thống vật lý thực tế, sẵn sàng đi vào vận hành.

2.2. Giải pháp phần cứng tại phòng điều khiển

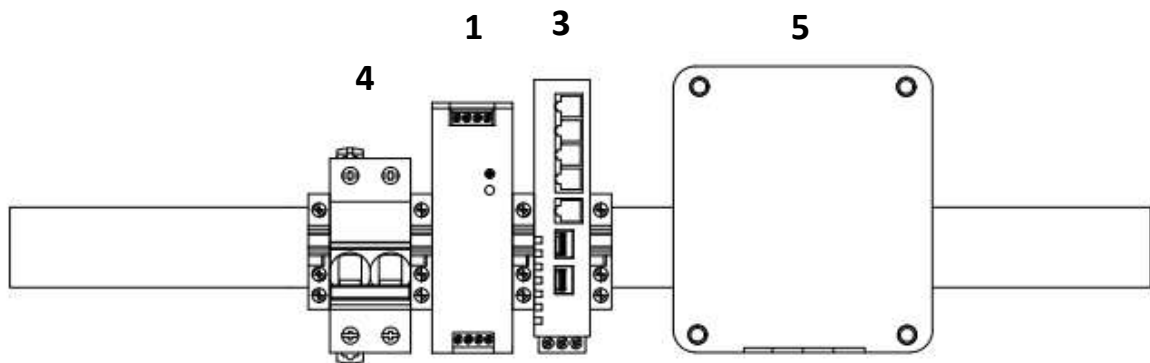
Tại phòng điều khiển trung tâm sẽ lắp đặt một tủ thông tin chuyên dụng để làm điểm tập trung tín hiệu và thiết bị điều phối. Bên trong tủ này được cấu hình các thiết bị thiết yếu bao gồm: bộ nguồn 24VDC dùng để cấp điện ổn định cho toàn bộ thiết bị điều khiển và truyền thông, switch công nghiệp 7 cổng làm nhiệm vụ kết nối mạng nội bộ giữa các thành phần phần cứng với hệ thống máy tính giám sát, bộ lưu điện UPS đảm bảo hệ thống vẫn hoạt động liên tục trong trường hợp mất điện đột ngột cùng các phụ kiện điện khác như aptomat MCB, thanh phân phối nguồn, và ODF (hộp phối quang) phục vụ cho đấu nối cáp quang từ các tủ Gateway truyền về.

Song song với đó, một máy tính giám sát và màn hình hiển thị cũng được lắp đặt trực tiếp tại phòng điều khiển. Đây là nơi triển khai phần mềm giám sát năng lượng chuyên dụng – công cụ trung tâm của hệ thống EMS. Phần mềm sẽ được cài đặt và cấu hình để thu nhận dữ liệu từ các đồng hồ đo qua giao thức Modbus TCP/IP, hiển thị các

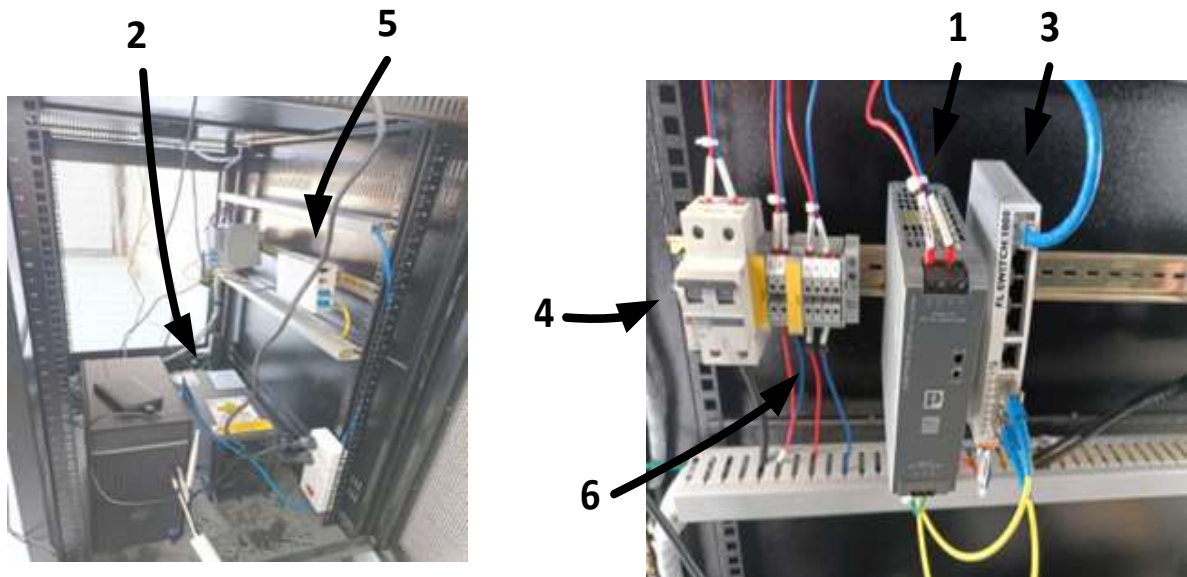
thông số điện năng theo thời gian thực, và cho phép người dùng tương tác trực tiếp qua giao diện đồ họa trực quan.

2.2.1. Bố trí thiết bị tủ thông tin

Để đảm bảo việc truyền nhận dữ liệu giữa các thiết bị hiện trường và hệ thống giám sát được thông suốt, tủ thông tin đặt tại phòng điều khiển được bố trí các thiết bị mạng và phụ kiện hỗ trợ kết nối một cách hợp lý. Các thành phần trong tủ đảm bảo độ ổn định và liên tục cho toàn bộ quá trình thu thập và xử lý dữ liệu. Bố trí trong Hình 2.1 dưới đây thể hiện phương án được lựa chọn trong hệ thống đang xây dựng:



Hình 2.1. Bản vẽ tủ thông tin



Hình 2.2. Tủ thông tin được thi công trong thực tế

Sau khi thiết kế hoàn tất, phương án bố trí này đã được triển khai trong thực tế như trong Hình 2.2, thể hiện hình ảnh tủ thông tin sau khi đã được lắp đặt hoàn chỉnh tại phòng điều khiển. Trong đó, số 1 đánh dấu nguồn điện (Power supply), số 2 là bộ lưu điện (UPS), số 3 là switch mạng (Switch), số 4 là cầu dao AC 2P 10A (MCB AC 2P 10A), số 5 là hộp ODF, và số 6 là terminal, tất cả được sắp xếp hợp lý để đảm bảo hoạt động hiệu quả của hệ thống. Nhìn từ hình ảnh thực tế, có thể thấy rõ tính nhất quán giữa thiết kế và thi công, đồng thời khẳng định tính khả thi và độ chính xác của bản vẽ kỹ thuật ban đầu. Tiếp theo, Bảng 2.1 dưới đây trình bày danh sách đầy đủ các thiết bị được lắp đặt trong tủ thông tin, bao gồm tên thiết bị, số lượng, thông số kỹ thuật chính.

Bảng 2.1. Danh sách các thiết bị trong tủ thông tin

STT	Tên thiết bị	Mã nhãn	Số lượng	Mã sản phẩm	Nhà sản xuất
1	Power supply	-PS1	1	ESSENTIAL-PS/1AC/24DC/120W/EE	Phoenix Contact
2	UPS	-USV1	1	Santak	Santak
3	Switch	-SW	1	FL SWITCH 1005N-2SFX	Phoenix Contact
4	MCB AC 2P 10A	-Q1	1	BH-D6 2P 10A	Mitsubishi
5	Hộp ODF	-ODF	1		
6	Terminal	-XAC, XDC	6	UK5N	Phoenix Contact

2.2.2. Power supply

Cung cấp nguồn điện một chiều 24V DC ổn định cho các thiết bị trong tủ như Gateway, Switch, bộ lập tin hiệu RS485. Thiết bị chuyển đổi từ nguồn xoay chiều (AC) sang nguồn một chiều (DC) được thể hiện trong Hình 2.3.



Hình 2.3. ESSENTIAL-PS/1AC/24DC/120W/EE

2.2.3. Switch

Là thiết bị chuyển mạch Ethernet, dùng để kết nối mạng nội bộ giữa các thiết bị đảm bảo luồng dữ liệu được định tuyến chính xác. Trên switch có lắp thêm module quang điện SFP để chuyển đổi tín hiệu điện thành tín hiệu quang, cho phép truyền dữ liệu qua cáp quang. Hình 2.4 minh họa thiết bị sử dụng, và các thông số kỹ thuật được trình bày trong Bảng 2.2.



Hình 2.4. FL SWITCH 1005N-2SFX

Bảng 2.2. Thông số bộ switch

STT	Thiết bị	Thông số kỹ thuật
1	Thiết bị đề xuất	FL SWITCH 1005N-2SFX
2	Nguồn cấp	9 V DC ... 32 V DC hoặc 18 V AC ... 30 V AC (50/60 Hz)
3	Tiêu chuẩn	5 RJ45 ports 10/100 Mbps, 2 SFP ports 100 Mbps
3	Cách ly điện	VCC // RS-485 (A) // RS-485 (B)
4	Tiêu chuẩn bảo vệ	IP20

5	Nhiệt độ môi trường hoạt động	-40 °C ... 70 °C
6	Tiêu chuẩn bảo vệ	IP40 (mặt trước) IP20 (vỏ)
7	Nhiệt độ môi trường hoạt động	-25...70 °C

2.2.4. Bộ lưu điện UPS (Uninterruptible Power Supply)

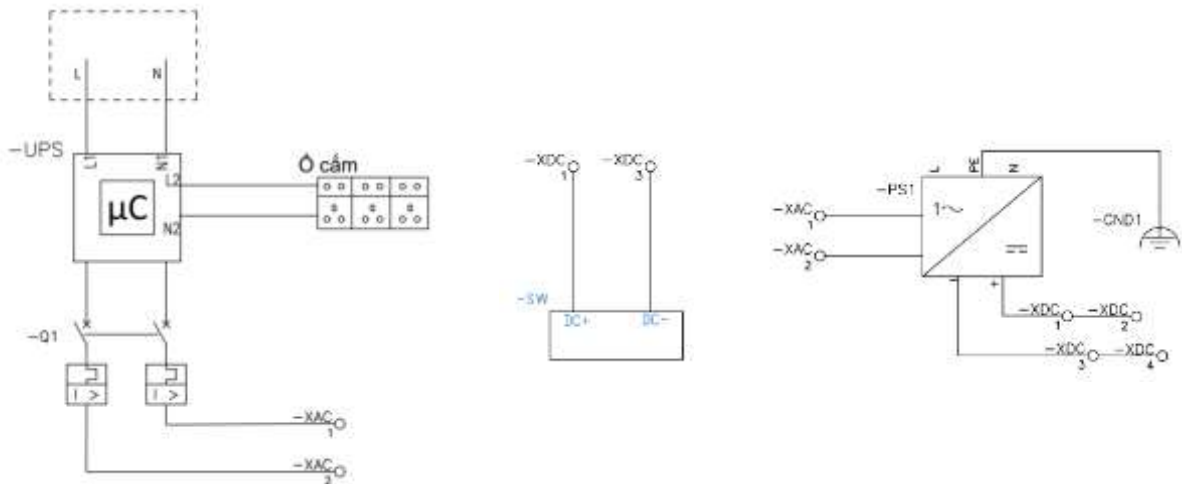
UPS là thiết bị có vai trò cung cấp nguồn điện dự phòng tạm thời khi nguồn điện lưới bị mất hoặc chập chờn. Trong hệ thống điện – đặc biệt là các hệ thống điều khiển, giám sát, và truyền thông như tủ thông tin – UPS đóng vai trò rất quan trọng trong việc duy trì hoạt động liên tục, tránh mất dữ liệu hoặc hỏng thiết bị do sự cố điện. Hình 2.5 minh họa thiết bị UPS được sử dụng trong hệ thống



Hình 2.5. UPS Santak

2.2.5. Sơ đồ cấp nguồn tủ thông tin

Tủ thông tin chịu trách nhiệm thu nhận, xử lý và truyền dữ liệu từ các tủ Gateway đến giao diện HMI tại phòng giám sát. Để đảm bảo hoạt động ổn định, việc cấp nguồn cho tủ thông tin được thiết kế kỹ lưỡng, như được thể hiện trong Hình 2.6, thể hiện chi tiết các thành phần bên trong và cách kết nối giữa chúng.



Hình 2.6. Sơ đồ cấp nguồn tủ thông tin

Tủ thông tin sử dụng nguồn điện 220V AC được bố trí sẵn trong tòa nhà. Bộ nguồn không gián đoạn (UPS) nhận nguồn 220V từ hệ thống điện, sau đó phân phối thành hai nhánh. Một nhánh cung cấp điện áp AC (XAC_1 và XAC_2) cho bộ nguồn PS1, nhánh còn lại cung cấp qua ổ cắm để cấp nguồn cho các thiết bị khác trong tủ. Bộ nguồn PS1 chuyển đổi điện áp từ AC sang DC, cung cấp các mức điện áp DC (XDC_1, XDC_2, XDC_3, XDC_4) qua các cổng đấu nối terminal. Bộ Switch (SW) được cấp nguồn bằng cách lấy dương nguồn từ XDC_1 và âm nguồn từ XDC_3.

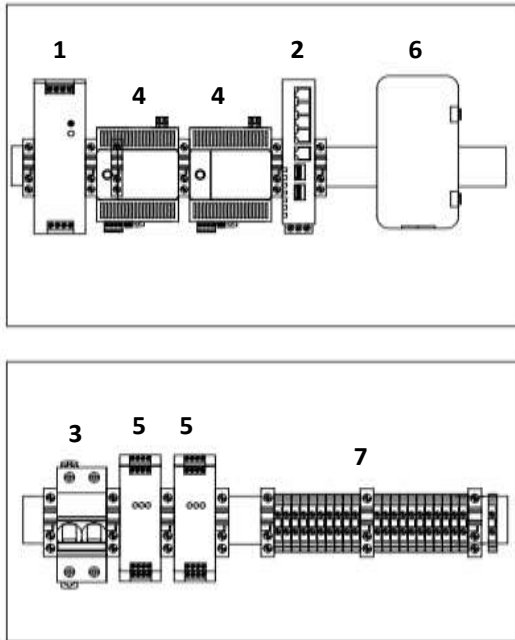
2.3. Giải pháp phân cứng bên ngoài phòng điều khiển

Ở khu vực bên ngoài phòng điều khiển – nơi tập trung hệ thống tủ điện phân phối thực tế của kho – hai tủ Gateway sẽ được lắp đặt tại các vị trí kỹ thuật đã được xác định trước nhằm tối ưu chiều dài đường truyền tín hiệu và thuận tiện cho bảo trì sau này. Mỗi tủ Gateway là một điểm trung gian có nhiệm vụ thu nhận tín hiệu từ các dây đồng hồ đo lường, xử lý và truyền tải về hệ thống giám sát trung tâm.

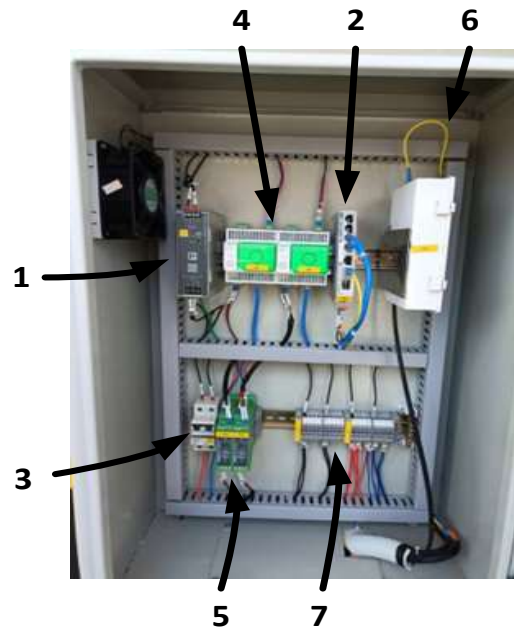
Bên trong mỗi tủ Gateway, các thiết bị được bố trí bao gồm: hai bộ Modbus Gateway, dùng để chuyển đổi tín hiệu Modbus RTU (chuẩn RS-485) từ các đồng hồ đo điện thành tín hiệu Modbus TCP/IP để có thể truyền đi qua mạng Ethernet; hai bộ lắp và cách ly tín hiệu RS-485, giúp khuếch đại tín hiệu đường dài, cách ly tín hiệu chống nhiễu và tăng độ tin cậy trong truyền thông công nghiệp. Mỗi tủ cũng được trang bị một switch công nghiệp 7 cổng có tích hợp 2 cổng quang, dùng để đấu nối tín hiệu truyền về tủ thông tin trung tâm bằng cáp quang tốc độ cao. Các phụ kiện phụ trợ bao gồm bộ nguồn 24VDC, MCB, terminal, và ODF, nhằm hoàn thiện hạ tầng cấp nguồn và đấu nối. Tín hiệu điện năng được lấy từ 48 tủ điện hiện hữu trong toàn bộ kho hàng. Sau khi tập

trung về tủ Gateway, dữ liệu sẽ được truyền qua cáp quang loại 4FO, đi từ mỗi tủ Gateway về tủ thông tin tại phòng điều khiển trung tâm, đảm bảo tín hiệu đường truyền nhanh, ổn định và cách ly tốt giữa các vùng thiết bị điện.

2.3.1. Bố trí thiết bị tủ Gateway



Hình 2.7. Bản vẽ bố trí thiết bị trong tủ gateway



Hình 2.8. Tủ gateway được thi công trong thực tế

Để thuận tiện trong quá trình lắp đặt và vận hành, các thiết bị trong tủ đã được sắp xếp theo một bố cục cụ thể, đảm bảo rõ ràng về chức năng và mạch kết nối. Bố trí như Hình 2.7 thể hiện phương án được lựa chọn trong hệ thống đang xây dựng, trong đó số 1 đánh dấu nguồn điện (Power supply), số 2 là switch mạng, số 3 là cầu dao AC 2P 6A, số 4 là bộ Modbus Gateway, số 5 là module lắp và cách ly tín hiệu RS485, số 6 là hộp ODF, và số 7 là terminal, tất cả được tổ chức hợp lý để tối ưu hóa hiệu quả hoạt động.

Hình 2.7 thể hiện bản vẽ bố trí thiết bị bên trong tủ Gateway được xây dựng trong giai đoạn thiết kế chi tiết. Bản vẽ mô tả vị trí lắp đặt các thành phần chính như Modbus Gateway, bộ lắp và cách ly tín hiệu RS-485, switch công nghiệp, nguồn 24VDC và các thiết bị phụ trợ khác. Sau khi hoàn tất thiết kế, phương án bố trí thiết bị trong bản vẽ đã được triển khai thi công thực tế tại hiện trường, thể hiện qua Hình 2.8. Qua hình ảnh thực tế có thể thấy rõ mức độ tuân thủ theo bản vẽ thiết kế ban đầu, đồng thời đánh giá được chất lượng lắp đặt, độ gọn gàng cũng như khả năng tiếp cận từng thiết bị khi cần

xử lý sự cố hay bảo trì hệ thống. Để hiểu rõ hơn về từng thiết bị có trong tủ Gateway, Bảng 2.3 trình bày danh sách đầy đủ các thiết bị và vị trí lắp đặt của chúng ở trong tủ.

Bảng 2.3. Danh sách các thiết bị trong tủ gateway

STT	Tên thiết bị	Mã nhãn	SL	Mã sản phẩm	Nhà sản xuất
1	Power supply	-PS1	1	ESSENTIAL-PS/1AC/24DC/120W/EE	Phoenix Contact
2	Switch	-SW1	1	FL SWITCH 1005N-2SFX	Phoenix Contact
3	MCB AC 2P 6A	-Q1	1	BH-D6 2P 6A	Mitsubishi
4	Bộ Modbus Gateway	-GW1, GW2	2	PAS600	Schneider
5	Module lắp và cách ly tín hiệu RS485	-RS485-1,RS485-2	2	PSM-ME-RS485/RS485-P	Phoenix Contact
6	Hộp ODF	-ODF	1		
7	Terminal	-XAC1, XAC2,XDC	20	UK5N	Phoenix Contact

2.3.2. Bộ Modbus Gateway

Thiết bị có chức năng chuyển đổi giao thức từ Modbus RTU sang Modbus TCP/IP, giúp kết nối các thiết bị sử dụng chuẩn Modbus RS-485 (như đồng hồ đo điện) với hệ thống SCADA thông qua mạng Ethernet. Trong hệ thống này, thiết bị Gateway PAS600 như Hình 2.9 được lựa chọn. Các thông số kỹ thuật chính của thiết bị được trình bày chi tiết trong Bảng 2.4.



Hình 2.9. Gateway PAS600

Bảng 2.4. Thông số bộ Modbus Gateway

STT	Thiết bị	Thông số kỹ thuật
1	Thiết bị đề xuất	PAS600
2	Nguồn cấp	110...277 V AC 50/60 Hz 110...277 V DC
3	Cổng giao tiếp	2-RJ45:ETHERNET Terminal Block: RS485
4	Số lượng thiết bị máy chủ	32 thiết bị Modbus RTU 128 thiết bị Modbus TCP/IP 40 thiết bị không dây hỗn hợp 85 thiết bị không dây – tùy thuộc vào cấu hình
5	Số lượng thiết bị	64 Modbus TCP/IP
6	Giao thức truyền thông của các cổng giao tiếp	Modbus TCP, DHCP, HTTPS NTP/SNTP, IPv4, IPv6, TCP/IP
7	Tiêu chuẩn bảo vệ	IP40 (mặt trước), IP20 (vỏ)
8	Nhiệt độ môi trường hoạt động	-25...70 °C

2.3.3. Module lắp và cách ly tín hiệu RS485

Module lắp và cách ly tín hiệu RS485 có nhiệm vụ tăng cường tín hiệu và cách ly điện giữa các đoạn truyền thông RS485, giúp giảm nhiễu và tăng cự ly truyền tín hiệu. Đồng thời bảo vệ hệ thống khỏi các xung điện áp hoặc sự cố nhiễu từ trường. Trong hệ thống này, thiết bị như Hình 2.10 được lựa chọn để thực hiện nhiệm vụ đó. Các thông số kỹ thuật chính của thiết bị được trình bày chi tiết trong Bảng 2.5.



Hình 2.10. Module PSM-ME-RS485/RS485-P

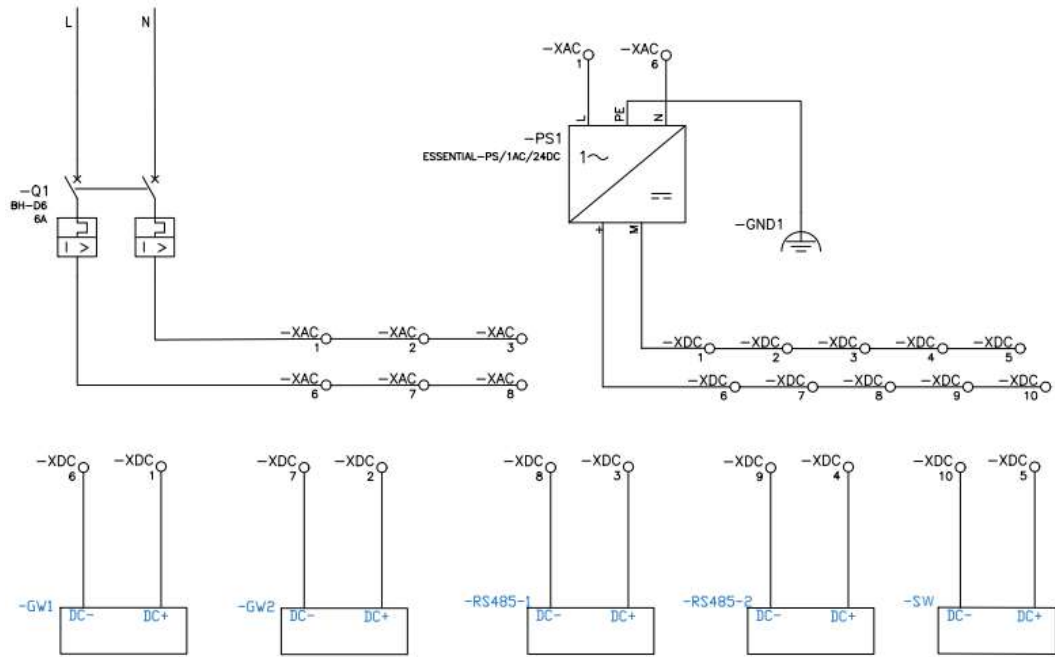
Bảng 2.5. Thông số bộ lắp và cách ly tín hiệu RS-485

STT	Thiết bị	Thông số kỹ thuật
1	Thiết bị đề xuất	PSM-ME-RS485/RS485-P – 2744429
2	Nguồn cấp	18 V AC/DC ... 30 V AC/DC
3	Cách ly điện	VCC // RS-485 (A) // RS-485 (B)
4	Tiêu chuẩn bảo vệ	IP20
5	Nhiệt độ môi trường hoạt động	-40 °C ... 70 °C
6	Tiêu chuẩn bảo vệ	IP40 (mặt trước) IP20 (vỏ)
7	Nhiệt độ môi trường hoạt động	-25...70 °C
8	Thiết bị đề xuất	PSM-ME-RS485/RS485-P – 2744429

2.3.4. Sơ đồ cấp nguồn tủ gateway

Tủ Gateway trong hệ thống quản lý năng lượng (EMS) tại kho hàng DaNa Logistic đóng vai trò quan trọng trong việc thu nhận tín hiệu từ các dây đồng hồ và truyền dữ liệu qua cáp quang đến tủ thông tin. Để đảm bảo hoạt động ổn định, việc cấp nguồn cho tủ Gateway được thiết kế như trong Hình 2.11.

Nguồn cấp cho tủ Gateway sử dụng nguồn điện 220V AC từ hệ thống điện của tòa nhà, được kết nối qua hai dây L (dây pha) và N (dây trung tính), đi qua công tắc BH-06 và Q1 để bảo vệ mạch. Nguồn điện sau đó được phân phối đến bộ nguồn ESSENTIAL-PS/1AC/24DC, chuyển đổi từ AC sang DC, cung cấp các mức điện áp DC (XDC_1 đến XDC_10) thông qua các terminal. Các thiết bị trong tủ Gateway được cấp nguồn từ các terminal này. Cụ thể, bộ Switch (SW) lấy nguồn dương tại XDC_5 và nguồn âm tại XDC_10, bộ Gateway GW1 lấy nguồn dương tại XDC_1 và nguồn âm tại XDC_6, bộ Gateway GW2 lấy nguồn dương tại XDC_2 và nguồn âm tại XDC_7, bộ module lắp RS485_1 lấy nguồn dương tại XDC_3 và nguồn âm tại XDC_8, bộ module lắp RS485_2 lấy nguồn dương tại XDC_4 và nguồn âm tại XDC_9.



Hình 2.11. Sơ đồ cấp nguồn tủ gateway

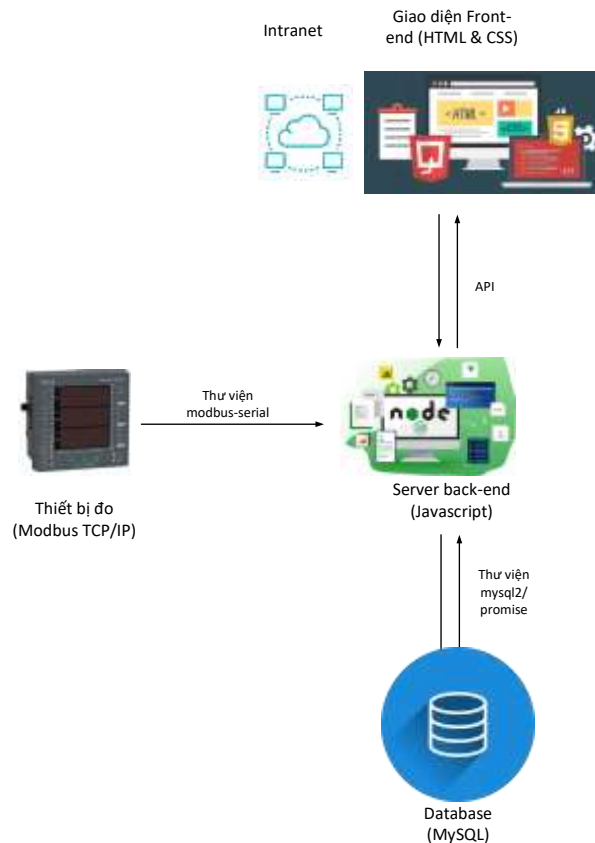
2.4. Tổng kết 2:

Chương 2 đã đi sâu vào thiết kế chi tiết phần cứng của hệ thống quản lý năng lượng EMS, cụ thể hóa các ý tưởng đã được đề cập trong chương trước thành một mô hình kỹ thuật thực tế, khả thi và phù hợp với điều kiện vận hành tại kho hàng DaNa Logistics. Thông qua việc phân tích cấu trúc phần cứng tại phòng điều khiển trung tâm và các khu vực hiện trường, chương này đã trình bày rõ ràng cách bố trí các thiết bị chính như tủ thông tin, tủ gateway, bộ nguồn, bộ chuyển đổi tín hiệu, các thiết bị mạng công nghiệp và phương thức cấp nguồn cho toàn hệ thống. Bên cạnh đó, việc thi công thực tế cũng đã tuân thủ nghiêm ngặt theo bản vẽ thiết kế, từ bố trí thiết bị trong tủ đến sơ đồ cấp nguồn, cho thấy sự đồng bộ và chính xác giữa lý thuyết và triển khai. Sự chuẩn hóa trong thiết kế giúp hệ thống dễ dàng bảo trì, nâng cấp và hoạt động ổn định.

Như vậy, chương này đã hoàn thiện phần kiến trúc vật lý cho hệ thống EMS, thiết lập nền tảng hạ tầng kỹ thuật cần thiết để vận hành hiệu quả. Tiếp nối nội dung này, chương 3 sẽ trình bày chi tiết về chương trình phần mềm của hệ thống EMS, từ kiến trúc backend – frontend, cơ chế giao tiếp với thiết bị, các chức năng giám sát, cảnh báo, báo cáo, cho đến giao diện đồ họa SCADA thân thiện. Đây là giai đoạn dữ liệu thô được chuyển hóa thành công cụ quản lý năng lượng một cách thông minh và hiệu quả.

Chương 3: CHƯƠNG TRÌNH PHẦN MỀM

3.1. Sơ đồ tổng quan của hệ thống phần mềm



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý phần mềm của dự án

Hệ thống giám sát năng lượng được thiết kế dựa trên mô hình Client-Server, một cấu trúc phổ biến giúp tổ chức và quản lý hiệu quả, các thành phần chính của cấu trúc này bao gồm: thiết bị đo, server back-end, cơ sở dữ liệu và giao diện người dùng (front-end). Sơ đồ kiến trúc phần mềm được minh họa trong Hình 3.1 cung cấp một cái nhìn rõ ràng về cách các thành phần này kết nối và tương tác chặt chẽ với nhau để thu thập, xử lý và hiển thị dữ liệu tiêu thụ năng lượng một cách chính xác và kịp thời.

Cụ thể, thiết bị đo (sử dụng giao thức Modbus TCP/IP) đóng vai trò là nguồn dữ liệu ban đầu, thu thập thông tin về mức tiêu thụ năng lượng từ các khu vực khác nhau trong hệ thống. Dữ liệu này được truyền qua thư viện modbus-serial, một cầu nối quan trọng giúp chuyển đổi và chuẩn hóa thông tin để server (xây dựng bằng JavaScript) có

thể tiếp nhận và xử lý. Server với sự hỗ trợ của các thư viện như mysql2/promise, chịu trách nhiệm phân tích dữ liệu, thực hiện các phép tính cần thiết và lưu trữ thông tin vào cơ sở dữ liệu MySQL. Cơ sở dữ liệu này đóng vai trò lưu trữ lâu dài, đảm bảo dữ liệu được tổ chức khoa học để phục vụ cho việc truy vấn và báo cáo sau này. Cuối cùng, giao diện người dùng (front-end), được phát triển bằng HTML và CSS, kết nối với máy chủ thông qua API, cho phép người dùng trực quan hóa dữ liệu dưới dạng biểu đồ, bảng hoặc các thông tin khác một cách trực quan và dễ hiểu. Nhờ sự phối hợp nhịp nhàng giữa các thành phần này, hệ thống không chỉ đảm bảo việc giám sát năng lượng diễn ra liên tục mà còn hỗ trợ tối ưu hóa quản lý và ra quyết định dựa trên dữ liệu thực tế.

3.1.1. Kết nối tới thiết bị đo

Các thiết bị đo được kết nối nối tiếp với nhau thông qua giao thức Modbus RTU, sau đó tín hiệu này được gateway chuyển đổi sang modbus TCP/IP giúp truyền tải dữ liệu dễ dàng qua hệ thống mạng Ethernet.

Trong phạm vi báo cáo này, thiết bị đo được mô phỏng bằng phần mềm Modbus Slave, thay vì sử dụng một thiết bị phần cứng thực tế. Việc sử dụng Modbus Slave giúp kiểm thử và phát triển hệ thống một cách linh hoạt mà không cần đến phần cứng đo lường ngay từ đầu. Phần mềm này giúp tạo ra một môi trường giả lập, trong đó các giá trị đo được nhập thủ công. Thiết bị đo ảo này giao tiếp với server thông qua giao thức Modbus TCP/IP, giống như cách một thiết bị đo thực tế hoạt động. Server sử dụng thư viện modbus-serial trong Node.js để kết nối và đọc dữ liệu từ Modbus Slave. Quá trình giao tiếp diễn ra theo các bước sau:

- a) Server khởi tạo một kết nối Modbus TCP/IP đến địa chỉ IP của thiết bị đo giả lập.
- b) Gửi yêu cầu đọc dữ liệu từ các thanh ghi Modbus (Registers), trong đó hai thanh ghi chứa một giá trị đo lường.
- c) Modbus Slave phản hồi với dữ liệu tương ứng.
- d) Server xử lý và lưu trữ dữ liệu vào cơ sở dữ liệu để phục vụ phân tích và hiển thị.
- e) Modbus Slave giúp đảm bảo rằng toàn bộ hệ thống phần mềm có thể được kiểm tra đầy đủ trước khi triển khai với phần cứng thực tế.

3.1.2. Server back-end

Server back-end đóng vai trò trung tâm trong hệ thống, chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu từ thiết bị đo thông qua giao thức Modbus TCP/IP. Xử lý và lưu trữ dữ liệu vào cơ sở dữ liệu MySQL. Cung cấp API để giao diện người dùng (front-end) có thể truy cập và hiển thị dữ liệu. Phần back-end của hệ thống được lập trình bằng Javascript (Node.js), với sự hỗ trợ của các thư viện quan trọng:

- modbus-serial: Được sử dụng để giao tiếp với thiết bị đo qua giao thức Modbus TCP/IP.
- mysql2/promise: Hỗ trợ kết nối với cơ sở dữ liệu MySQL theo cơ chế bất đồng bộ (async/await), giúp truy vấn và lưu trữ dữ liệu một cách hiệu quả.

Server back-end đảm bảo dữ liệu thu thập được được làm sạch, kiểm tra tính hợp lệ trước khi lưu vào database. Đồng thời, nó cung cấp API để giao diện người dùng có thể truy vấn dữ liệu, lấy thông tin về mức tiêu thụ điện và hiển thị trên dashboard.

3.1.3. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu

Dữ liệu thu thập từ thiết bị đo sẽ được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu MySQL, bao gồm các thông tin như: Chi tiết các thông số chính của thiết bị đo theo từng thời điểm. Thời gian ghi nhận dữ liệu. Các lưu trữ cảnh báo nếu có dấu hiệu bất thường về chất lượng điện năng.

3.1.4. Giao diện người dùng (Front-end - HTML & CSS)

Giao diện người dùng đóng vai trò quan trọng trong việc hiển thị thông tin một cách trực quan. Nó được xây dựng bằng HTML và CSS, với khả năng lấy dữ liệu từ API của máy chủ back-end để hiển thị lên màn hình theo thời gian thực.

Các tính năng chính của giao diện người dùng bao gồm: Hiển thị dữ liệu giám sát dưới dạng biểu đồ hoặc bảng số liệu, giúp người dùng theo dõi thông tin dễ dàng. Cập nhật dữ liệu liên tục, đảm bảo độ chính xác và tính kịp thời trong việc giám sát năng lượng. Hệ thống cảnh báo, giúp phát hiện và thông báo ngay khi có dấu hiệu tiêu thụ điện bất thường.

3.2. Các chức năng của hệ thống

Hệ thống giám sát năng lượng được thiết kế với nhiều chức năng như hiển thị mức độ tiêu thụ năng lượng của tất cả khu vực theo thời gian (mục 3.3.1), giúp người dùng dễ dàng theo dõi và đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng một cách chi tiết. Tiếp theo là chức năng giám sát năng lượng tiêu thụ cụ thể từng khu vực (mục 3.3.2) được tích hợp, cho phép phân tích linh hoạt dựa trên các tiêu chí đa dạng. Bên cạnh đó, hệ thống cung cấp chức năng cảnh báo và thống kê dữ liệu lịch sử xảy ra các bất thường (mục 3.3.3), đảm bảo phát hiện kịp thời các sự cố tiềm ẩn và cung cấp cơ sở để phân tích xu hướng tiêu thụ trong quá khứ. Ngoài ra, chức năng xuất báo cáo về dữ liệu năng lượng tiêu thụ trong các khu vực của nhà kho (mục 3.3.5) được triển khai để hỗ trợ người quản lý tổng hợp thông tin phục vụ cho việc lập kế hoạch và đưa ra quyết định chiến lược.

Hệ thống còn cho phép xem trạng thái kết nối tại các tủ gateway và đồng hồ đo tại các dây tín hiệu, đồng thời cung cấp dữ liệu đo từ các đồng hồ đo theo thời gian thực (mục 3.4), đảm bảo cập nhật liên tục cho quá trình giám sát. Để hỗ trợ phân tích sâu hơn, chức năng xem đồ thị của dữ liệu theo thời gian (mục 3.5) được thiết kế với khả năng tùy chỉnh chuỗi thời gian theo lựa chọn của người vận hành, giúp theo dõi các biến động năng lượng một cách trực quan và hiệu quả. Ngoài ra, người dùng có thể điều chỉnh các giá trị cảnh báo (mục 3.6), bao gồm ngưỡng quá dòng hoặc sụt áp, để phù hợp với nhu cầu cụ thể của từng khu vực, nâng cao tính linh hoạt trong quản lý. Chức năng xem lại lịch sử các chỉnh sửa (mục 3.7) đảm bảo tính minh bạch và khả năng truy vết mọi thay đổi đã thực hiện, trong khi chức năng phân quyền người dùng (mục 3.8) giúp phân bổ vai trò và quyền truy cập phù hợp. Hệ thống cũng tích hợp chức năng mã hóa dữ liệu (mục 3.9) để bảo vệ thông tin khỏi các nguy cơ xâm phạm, đồng thời cung cấp chức năng thông báo ngoài trình duyệt (mục 3.10) để người dùng nhận được cảnh báo quan trọng ngay cả khi không trực tiếp sử dụng hệ thống.

3.3. Giao diện SCADA

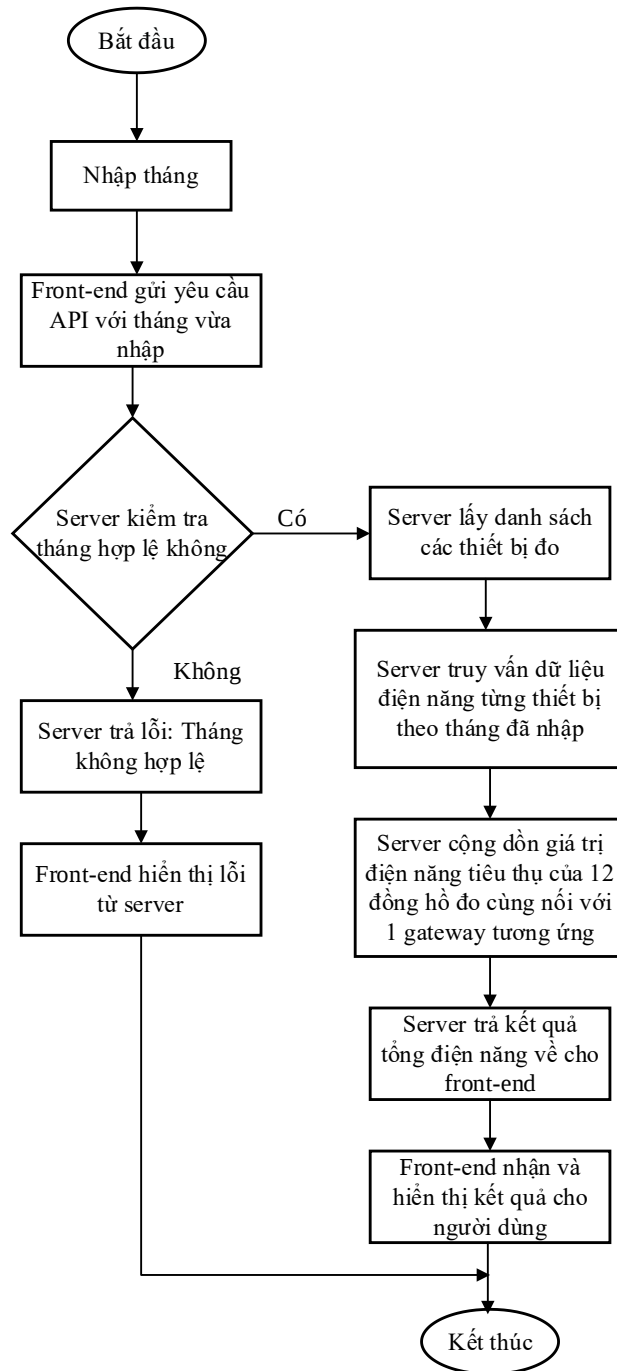
3.3.1. Màn hình chính



Hình 3.2. Màn hình chính của giao diện DASHBOARDS

Màn hình chính của giao diện SCADA, được thể hiện qua Hình 3.2, cung cấp một cái nhìn tổng quan về điện năng tiêu thụ theo nhiều góc độ thời gian khác nhau, bao gồm theo ngày, theo tuần và theo tháng, giúp người dùng dễ dàng theo dõi và phân tích dữ liệu. Giao diện được thiết kế với ba phần hiển thị chính ở trung tâm, trong đó phần "Điện năng sử dụng (theo ngày)" cho phép người dùng chọn một ngày cụ thể thông qua công cụ chọn lịch (date picker) để xem chi tiết lượng điện năng tiêu thụ trong ngày đó. Tiếp theo, phần "Điện năng tuần này" tổng hợp mức tiêu thụ điện trong 7 ngày gần nhất, Sinh viên thực hiện: Lê Ngọc Thành, Trần Văn Vinh Hướng dẫn: PGS.TS.Lê Tiến Dũng 24

mang lại một cái nhìn tổng thể về xu hướng sử dụng điện hàng tuần, trong khi phần "Điện năng theo tháng" cho phép người dùng chọn bất kỳ tháng nào để theo dõi lượng điện năng tiêu thụ xuyên suốt thời gian đó, hỗ trợ phân tích dài hạn. Phía dưới, phần tổng kết về tổng điện năng sử dụng cung cấp khả năng thống kê chi tiết, cho phép người dùng chọn một tháng bất kỳ để hệ thống tự động tính toán và hiển thị tổng điện năng đã tiêu thụ theo từng ngày trong tháng được chọn, tạo điều kiện thuận lợi cho việc đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng.



Hình 3.3. API lấy dữ liệu tổng điện năng theo tháng của tất cả khu vực

Bên trái màn hình, menu điều hướng được bố trí với 6 nút nhấn tương ứng với các tag con, trong đó nút "Tổng hợp (Hình 3.2)" dẫn đến giao diện hiện tại, nơi hiển thị các biểu đồ tổng quan. Các nút còn lại như "Khu vực 1 (Hình 3.4)", "Khu vực 2", "Khu vực 3", "Khu vực 4" và "So sánh (Hình 3.6)" lần lượt đưa người dùng đến các giao diện chi tiết để giám sát điện năng tiêu thụ theo thời gian tại từng khu vực cụ thể hoặc so sánh mức tiêu thụ trong cùng khu vực qua các khoảng thời gian tùy chọn.

Thanh công cụ ở phía trên cùng đóng vai trò như một trung tâm điều hướng, tích hợp các nút dẫn đến các chức năng khác của hệ thống. Nút "DASHBOARDS (Hình 3.2)" giữ nguyên giao diện hiện tại với các biểu đồ tổng quan, trong khi nút "DIAGRAMS (Hình 3.22)" chuyển hướng đến giao diện hiển thị sơ đồ kết nối phần cứng. Nút "TRENDS (Hình 3.26)" cung cấp giao diện với các biểu đồ đường phân tích xu hướng tiêu thụ điện theo thời gian, và nút "ALARMS (Hình 3.8)" cho phép theo dõi các cảnh báo phát sinh. Đồng thời, nút "REPORTS (Hình 3.20)" dẫn đến giao diện xem các báo cáo thống kê sử dụng điện, còn nút "SETTING (Hình 3.28)" mở ra giao diện thiết lập cấu hình hệ thống. Cuối cùng, nút "LOG OUT" hỗ trợ người dùng đăng xuất khỏi hệ thống một cách an toàn và nhanh chóng.

Để phục vụ cho việc hiển thị biểu đồ điện năng tiêu thụ trên giao diện, hệ thống triển khai các API có chức năng truy xuất dữ liệu theo nhiều khoảng thời gian khác nhau như theo ngày, theo tuần, theo tháng hoặc từng ngày trong tháng. Mặc dù mục tiêu và tham số đầu vào khác nhau, các quy trình xử lý này đều tuân theo cùng một nguyên lý: tiếp nhận yêu cầu từ front-end, kiểm tra tính hợp lệ của dữ liệu đầu vào, truy vấn dữ liệu từ các thiết bị đo, tổng hợp theo logic phù hợp và trả kết quả về để hiển thị dưới dạng biểu đồ. Lưu đồ Hình 3.3 là lưu đồ tiêu biểu minh họa quy trình truy xuất dữ liệu điện năng theo tháng. Các quy trình còn lại (truy xuất theo 7 ngày gần nhất, theo ngày, hoặc từng ngày trong tháng) có cơ chế xử lý tương tự, chỉ khác biệt ở loại thời gian được lựa chọn và cách gom nhóm dữ liệu đầu ra.

3.3.2. Các màn hình con của giao diện DASHBOARDS

a) Khu vực 1:

Màn hình của mục "2 - KHU VỰC 1" thuộc giao diện chính DASHBOARDS, được thể hiện chi tiết ở Hình 3.4, tập trung vào việc hiển thị thông tin điện năng tiêu thụ riêng biệt của khu vực 1, mang lại cho người vận hành một công cụ trực quan và hiệu quả để theo dõi cũng như phân tích dữ liệu. Giao diện này tích hợp các biểu đồ được thiết kế riêng cho từng khoảng thời gian, trong đó biểu đồ điện năng sử dụng theo ngày cho phép người dùng chọn ngày cụ thể tại góc trên bên phải bằng bộ chọn lịch, sau đó hiển thị dữ liệu dưới dạng cột màu vàng với đơn vị kWh, phản ánh giá trị điện sử dụng trong ngày của từng đồng hồ thuộc dãy 1. Tiếp theo, biểu đồ điện năng tiêu thụ theo tuần tự động xuất hiện ngay khi truy cập, sử dụng cột màu xanh đậm với đơn vị kWh để trực quan hóa giá trị điện sử dụng trong 7 ngày gần nhất của từng đồng hồ thuộc dãy 1, giúp người dùng nắm bắt xu hướng tiêu thụ trong thời gian ngắn. Trong khi đó, biểu đồ điện năng theo tháng cho phép người dùng chọn tháng cụ thể tại góc trên bên phải bằng

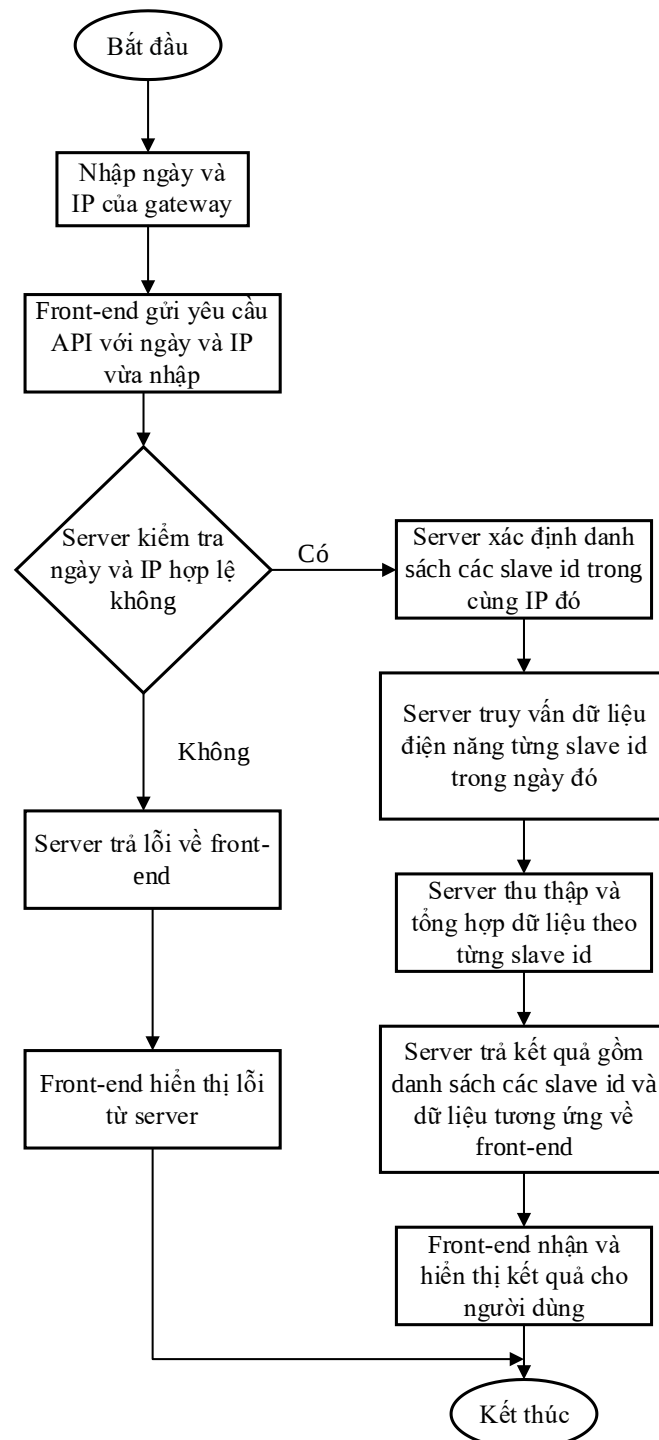
bộ chọn lịch, sau đó hiển thị dữ liệu dưới dạng cột màu xanh nhạt với đơn vị kWh, phản ánh tổng lượng điện sử dụng trong suốt tháng của từng đồng hồ thuộc dãy 1. Cuối cùng, biểu đồ tổng điện năng sử dụng cho phép người dùng chọn tháng cụ thể tại góc trên bên phải bằng bộ chọn lịch, sử dụng cột màu xanh dương với đơn vị kWh để trực quan hóa tổng giá trị điện tiêu thụ theo từng ngày trong tháng của toàn bộ khu vực 1, hỗ trợ phân tích toàn diện.



Hình 3.4. Màn hình giao diện khu vực 1

Menu điều hướng bên trái được bố trí với 6 nút nhấn dẫn đến các tag con của màn hình giao diện chính, trong đó nút “Tổng hợp” đưa người dùng trở lại giao diện màn hình chính của DASHBOARDS (Hình 3.2), nút “Khu vực 1 (Hình 3.4)” duy trì tại màn hình hiện tại. Các nút còn lại như “Khu vực 2”, “Khu vực 3”, và “Khu vực 4” lần lượt dẫn đến các giao diện tương ứng để giám sát chi tiết điện năng tiêu thụ theo nhiều hình thức theo thời gian tại từng khu vực, còn nút “So sánh (Hình 3.6)” mở ra giao diện so sánh mức tiêu thụ điện năng trong cùng khu vực qua các khoảng thời gian tùy chọn, hỗ trợ phân tích sâu hơn. Thanh công cụ trên cùng gồm các nút điều hướng đến các chức năng khác của hệ thống như: DASHBOARDS, DIAGRAMS, TRENDS, ALARMS, REPORTS, SETTING, LOG OUT.

b) Khu vực 2, Khu vực 3, Khu vực 4:



Hình 3.5. API lấy dữ liệu tổng điện năng trong cùng khu vực theo ngày

Các giao diện của các mục “3 - KHU VỰC 2”, “4 - KHU VỰC 3” và “5 - KHU VỰC 4” trong màn hình chính DASHBOARDS có bố cục, chức năng và cách hiển thị tương đồng hoàn toàn với giao diện của khu vực 1 đã mô tả chi tiết tại mục 3.3.2.a. Cụ thể, mỗi màn hình con đại diện cho từng khu vực này đều được thiết kế nhằm phục vụ mục đích giám sát và phân tích chi tiết điện năng tiêu thụ, thông qua hệ thống các biểu

đồ trực quan được chia theo nhiều khoảng thời gian khác nhau.

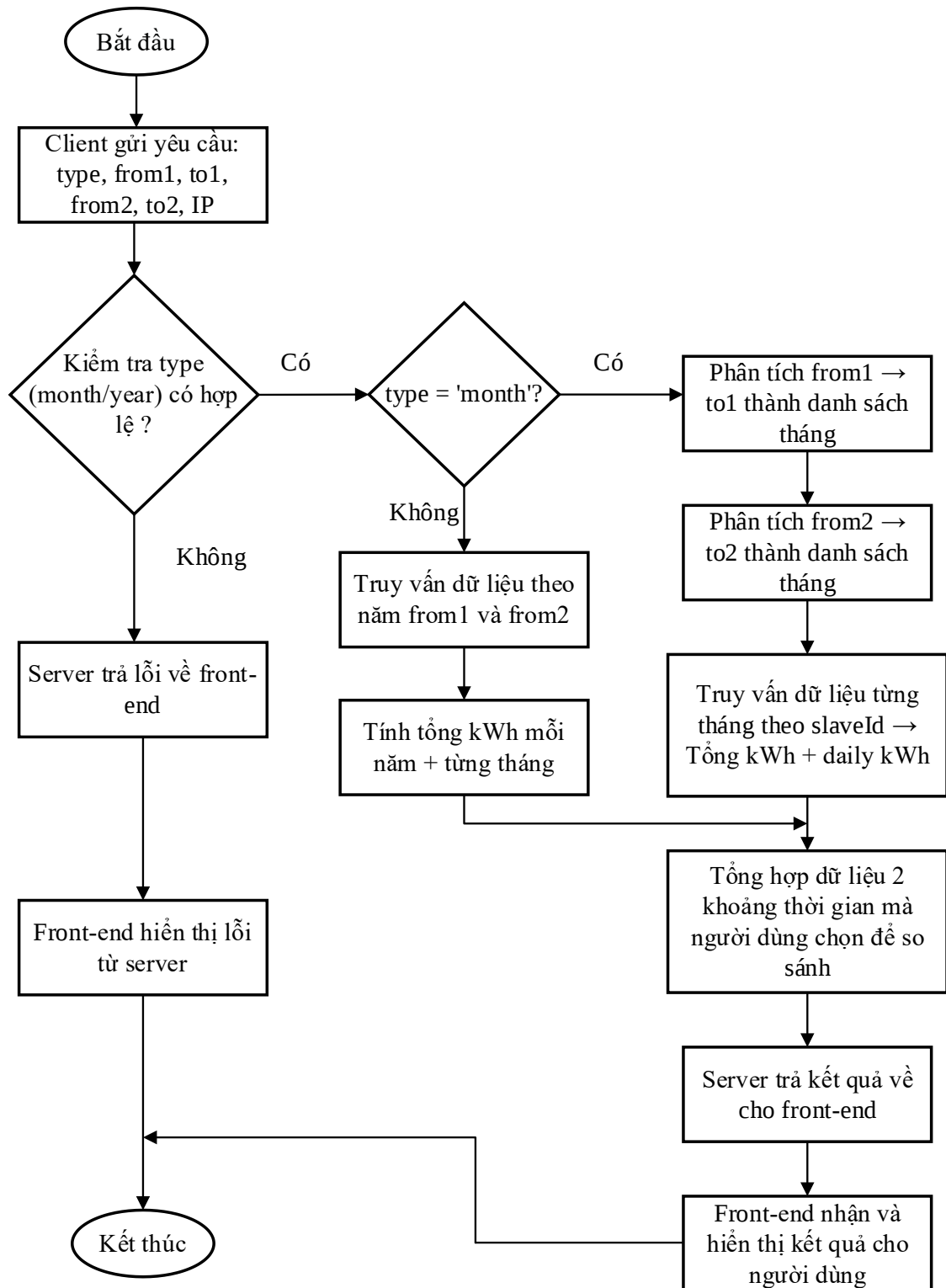
Người dùng khi truy cập vào một trong các màn hình khu vực 2, 3 hoặc 4 sẽ thấy các biểu đồ bao gồm: Biểu đồ điện năng sử dụng theo ngày, biểu đồ điện năng tiêu thụ theo tuần, biểu đồ điện năng theo tháng, biểu đồ tổng điện năng sử dụng trong tháng. Ngoài ra, các khu vực này vẫn giữ nguyên thanh công cụ điều hướng phía trên và thanh menu bên trái để chuyển đổi nhanh giữa các phân vùng khác nhau của hệ thống tương tự như trong giao diện khu vực 1. Điểm khác biệt duy nhất giữa các màn hình khu vực là nguồn dữ liệu đầu vào, tương ứng với dữ liệu đo được từ các đồng hồ điện thuộc từng khu vực cụ thể.

Để phục vụ cho việc truy xuất và hiển thị dữ liệu điện năng tiêu thụ trong từng khu vực cụ thể, hệ thống triển khai các API dựa trên địa chỉ IP của gateway để truy vấn dữ liệu theo nhiều khoảng thời gian khác nhau như theo ngày, theo tuần, theo tháng hoặc từng ngày trong tháng. Mặc dù các tham số thời gian đầu vào có thể khác nhau, toàn bộ các quy trình này đều tuân theo cùng một nguyên tắc xử lý: tiếp nhận yêu cầu từ front-end, kiểm tra tính hợp lệ của địa chỉ IP và các thông tin đi kèm, xác định danh sách thiết bị đo thông qua các slave ID thuộc cùng gateway, thực hiện truy vấn dữ liệu, tổng hợp kết quả và trả lại dữ liệu để hiển thị. Lưu đồ Hình 3.5 minh họa quy trình truy xuất dữ liệu điện năng theo ngày trong một khu vực cụ thể. Các quy trình còn lại (truy xuất theo tuần, theo tháng hoặc từng ngày trong tháng) có cơ chế xử lý tương tự, chỉ khác biệt ở loại thời gian được lựa chọn và cách tổ chức dữ liệu đầu ra.

c) So sánh



Hình 3.6. Giao diện so sánh điện năng tiêu thụ theo thời gian



Hình 3.7. API so sánh điện năng tiêu thụ theo thời gian trong cùng một khu vực

Màn hình của mục “6 - SO SÁNH” trong giao diện chính DASHBOARDS (Hình 3.6) là công cụ trực quan hỗ trợ người dùng so sánh mức tiêu thụ điện năng trong cùng một khu vực giữa hai giai đoạn thời gian khác nhau. Người dùng có thể bắt đầu bằng

cách chọn khu vực cần giám sát thông qua địa chỉ IP, chẳng hạn như Khu vực 1, Khu vực 2, hoặc các khu vực khác, giúp tập trung phân tích vào khu vực cụ thể. Tiếp theo, tính năng loại thời gian cho phép người dùng xác định đơn vị so sánh phù hợp, với hai tùy chọn chính là “Tháng” hoặc “Năm”. Sau khi lựa chọn loại thời gian, người dùng có thể chỉ định khoảng thời gian cụ thể cho Giai đoạn 1 và Giai đoạn 2, từ đó hệ thống thực hiện so sánh dựa trên các khung thời gian được xác định rõ ràng, mang lại kết quả trực quan thông qua hai biểu đồ cột đặt cạnh nhau. Mỗi biểu đồ thể hiện tổng điện năng tiêu thụ theo từng mốc thời gian bên trong giai đoạn đó. Ngoài ra, giao diện này vẫn giữ nguyên thanh công cụ điều hướng phía trên và thanh menu bên trái để chuyển đổi nhanh giữa các phân vùng khác nhau của hệ thống tương tự như trong giao diện màn hình chính của DASHBOARDS.

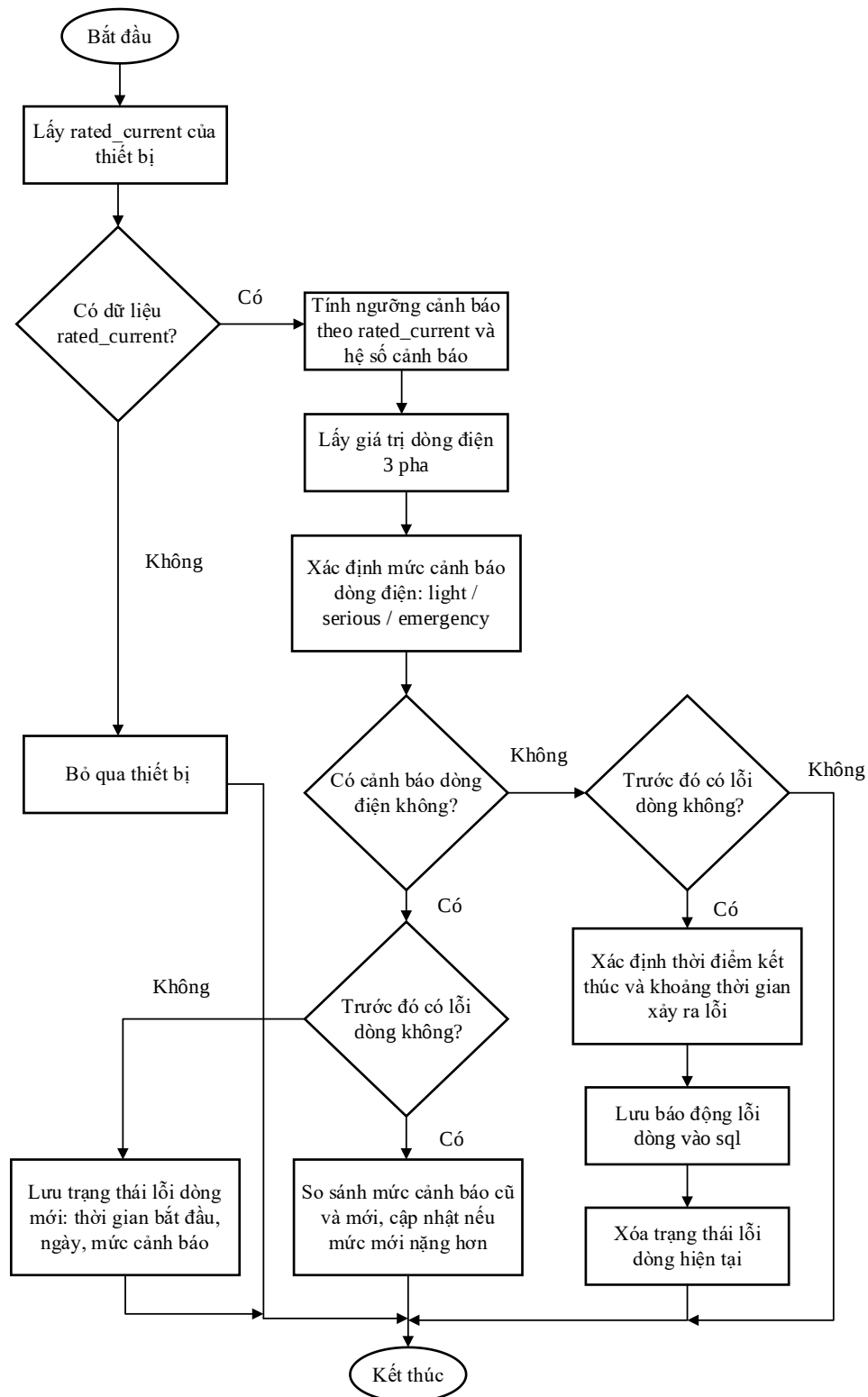
Các biểu đồ trong giao diện so sánh điện năng tiêu thụ được xây dựng dựa trên quy trình truy xuất và xử lý dữ liệu thông qua API. Quy trình này được mô tả cụ thể qua lưu đồ thuật toán Hình 3.7. Lưu đồ thuật toán này mô tả quy trình xử lý yêu cầu so sánh dữ liệu điện năng giữa hai khoảng thời gian khác nhau do người dùng gửi từ giao diện. Sau khi nhận các tham số như loại dữ liệu (theo tháng hoặc năm), khoảng thời gian và địa chỉ IP, hệ thống kiểm tra tính hợp lệ của yêu cầu. Nếu hợp lệ, dữ liệu sẽ được truy vấn theo tháng hoặc theo năm, tính toán tổng kWh từng tháng hoặc từng năm tùy theo loại. Sau đó, hệ thống tổng hợp kết quả từ hai khoảng thời gian để phục vụ so sánh và trả về kết quả cho front-end hiển thị. Nếu yêu cầu không hợp lệ, server sẽ phản hồi lỗi để giao diện thông báo cho người dùng.

3.3.3. Giao diện ALARMS

Màn hình chính của giao diện ALARMS như trên Hình 3.8 dùng để theo dõi và thống kê các sự kiện quá dòng xảy ra trong hệ thống điện.



Hình 3.8. Giao diện chính của ALARMS



Hình 3.9. Quy trình ghi lỗi quá dòng

Giao diện có các thành phần chính gồm: Bộ lọc thời gian: cho phép người dùng chọn khoảng thời gian cần truy xuất dữ liệu cảnh báo. Có thể chọn nhanh theo mốc thời gian như tháng này, hôm nay hoặc chọn theo tháng cụ thể bằng công cụ chọn lịch. Bảng

hiển thị cảnh báo: trình bày chi tiết các thông tin sự kiện quá dòng nếu có, bao gồm các cột như Location là vị trí xảy ra lỗi, Date là ngày xảy ra lỗi, Start Time là thời điểm bắt đầu xảy ra lỗi, Duration Time là thời gian kéo dài của sự cố, Severity là mức độ nghiêm trọng của cảnh báo. Khi không có dữ liệu cảnh báo, hệ thống sẽ hiển thị dòng chữ "Chưa có dữ liệu".

Menu điều hướng bên trái có ba nút nhấn đưa đến các trang cảnh báo khác nhau trong hệ thống bao gồm: 1 - Cảnh báo quá dòng (Hình 3.8): giao diện hiện tại – nơi hiển thị các sự kiện quá dòng. 2 - Cảnh báo sụt áp (Hình 3.10): chuyển đến giao diện giám sát các sự kiện sụt áp. 3 - Cảnh báo mất kết nối (Hình 3.11): chuyển đến giao diện theo dõi tình trạng mất kết nối giữa các thiết bị hoặc khu vực. Tương tự các giao diện trước đó, thanh công cụ trên cùng gồm các nút điều hướng đến các chức năng khác của hệ thống: DASHBOARDS, DIAGRAMS, TRENDS, REPORTS, SETTING, LOG OUT.

Bên cạnh giao diện hiển thị, hệ thống còn cần một cơ chế phía backend để thu thập và lưu trữ các lỗi quá dòng từ thiết bị đo. Lưu đồ thuật toán Hình 3.9 trình bày cách thức hệ thống phát hiện sự kiện quá dòng và tiến hành ghi nhận vào cơ sở dữ liệu SQL, từ đó phục vụ cho việc truy xuất và hiển thị thông tin trên giao diện người dùng.

3.3.4. Các màn hình con của giao diện ALARMS

a) Giao diện cảnh báo sụt áp và giao diện cảnh báo mất kết nối



Hình 3.10. Giao diện cảnh báo sụt áp

Các giao diện của mục “2 - Cảnh báo sụt áp” (Hình 3.10) và “3 - Cảnh báo mất kết nối” (Hình 3.11) trong màn hình chính ALARMS được thiết kế với bố cục và cách hiển thị hoàn toàn tương đồng với giao diện “1 - Cảnh báo quá dòng” đã được mô tả chi tiết tại mục 3.5.3, đảm bảo sự nhất quán và dễ sử dụng cho người vận hành. Mỗi giao diện con này đều hướng đến mục tiêu chính là giám sát, truy xuất và thống kê các sự kiện bất thường trong hệ thống điện, giúp phát hiện kịp thời các vấn đề tiềm ẩn.

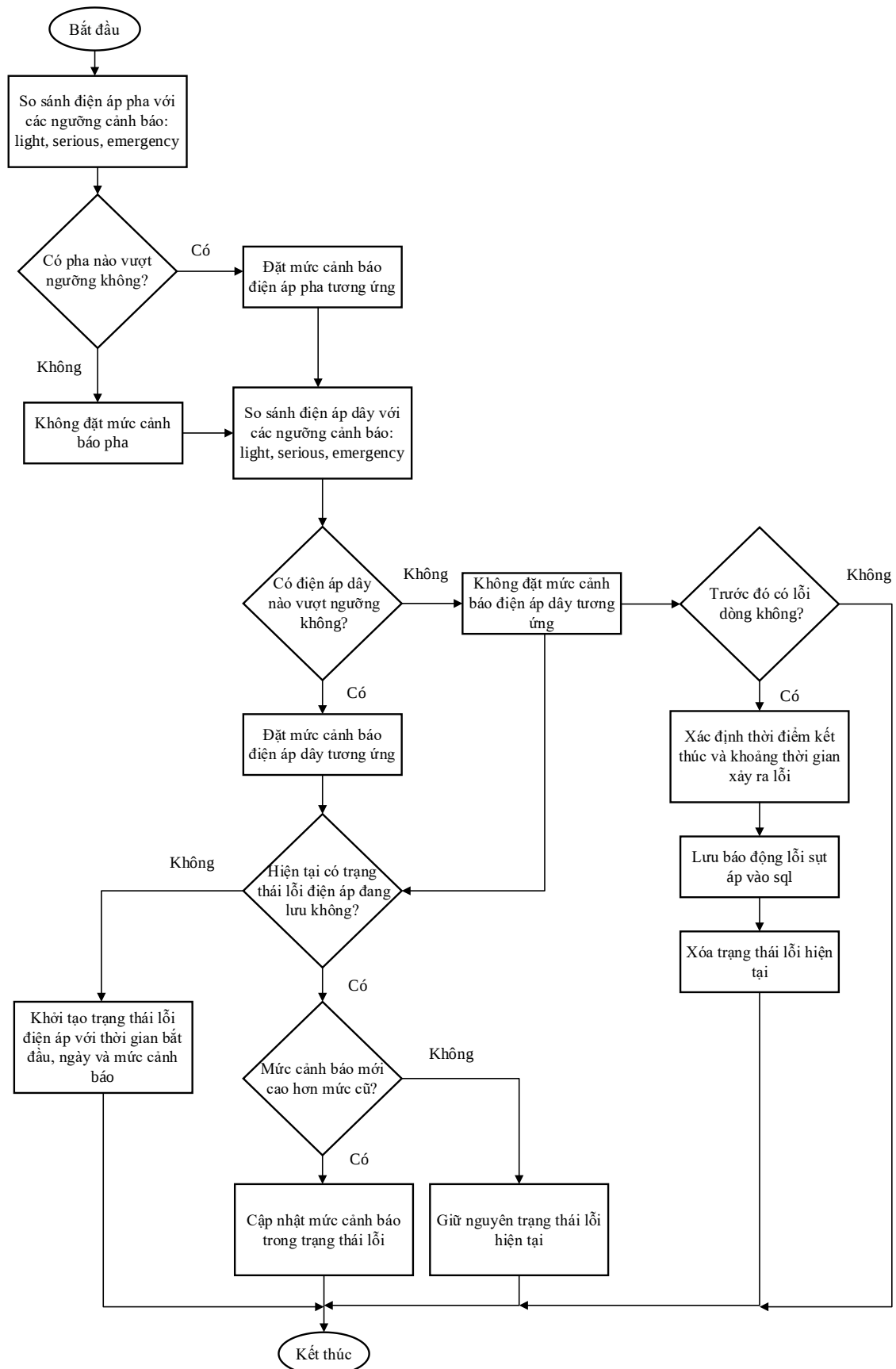
Khi người dùng truy cập vào một trong hai giao diện cảnh báo sụt áp hoặc mất kết nối, thì sẽ thấy ngay bộ lọc thời gian cho phép chọn khoảng thời gian cần truy xuất dữ liệu, tạo điều kiện thuận lợi để tập trung phân tích trong khung thời gian cụ thể. Tiếp theo, bảng hiển thị chi tiết thông tin sự kiện xuất hiện, cung cấp các dữ liệu quan trọng như vị trí (Location), ngày xảy ra lỗi (Date), thời điểm bắt đầu (Start Time), thời gian kéo dài (Duration Time) và mức độ nghiêm trọng (Severity), giúp người dùng hiểu rõ bản chất và mức độ ảnh hưởng của sự cố. Ngoài ra, chức năng xuất dữ liệu ra các định dạng như Excel hoặc PDF được tích hợp, hỗ trợ người quản lý lưu trữ và xử lý thông tin một cách chuyên nghiệp, phục vụ cho việc báo cáo và phân tích sâu hơn.



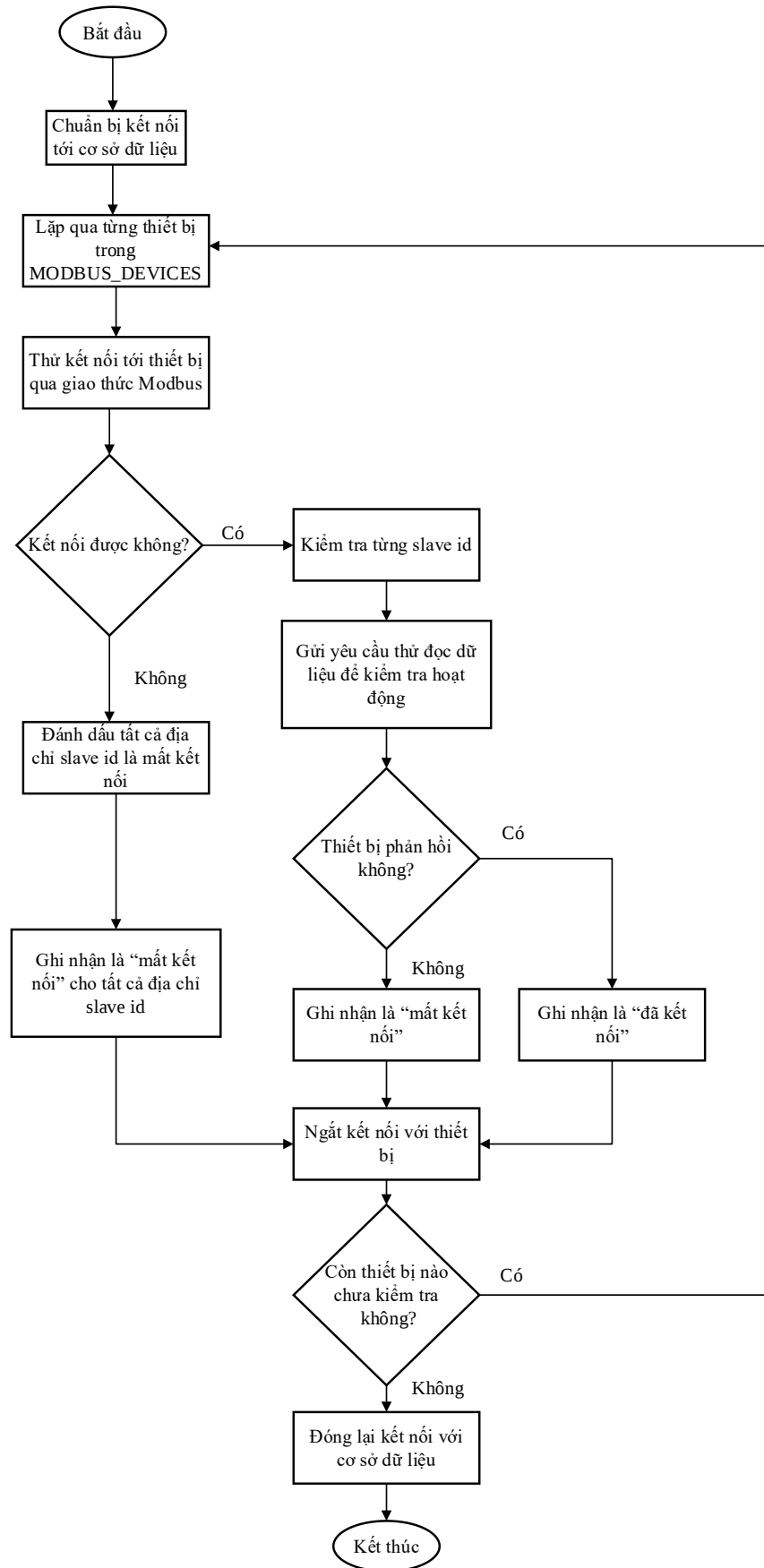
Hình 3.11. Giao diện cảnh báo mất kết nối

Ngoài ra, hai giao diện này vẫn giữ nguyên bố cục thanh công cụ điều hướng phía trên và menu chức năng bên trái như trong giao diện cảnh báo quá dòng. Điểm khác biệt duy nhất giữa các màn hình này là nguồn dữ liệu đầu vào, tương ứng với từng loại sự kiện: quá dòng, sụt áp hoặc mất kết nối. Dữ liệu này được truy xuất từ các bảng ghi tương ứng trong cơ sở dữ liệu SQL thông qua hệ thống API. Quy trình ghi nhận các lỗi sụt áp và mất kết nối vào cơ sở dữ liệu cũng tương tự như quá trình xử lý lỗi quá dòng, và được mô tả thông qua các lưu đồ thuật toán dưới đây:

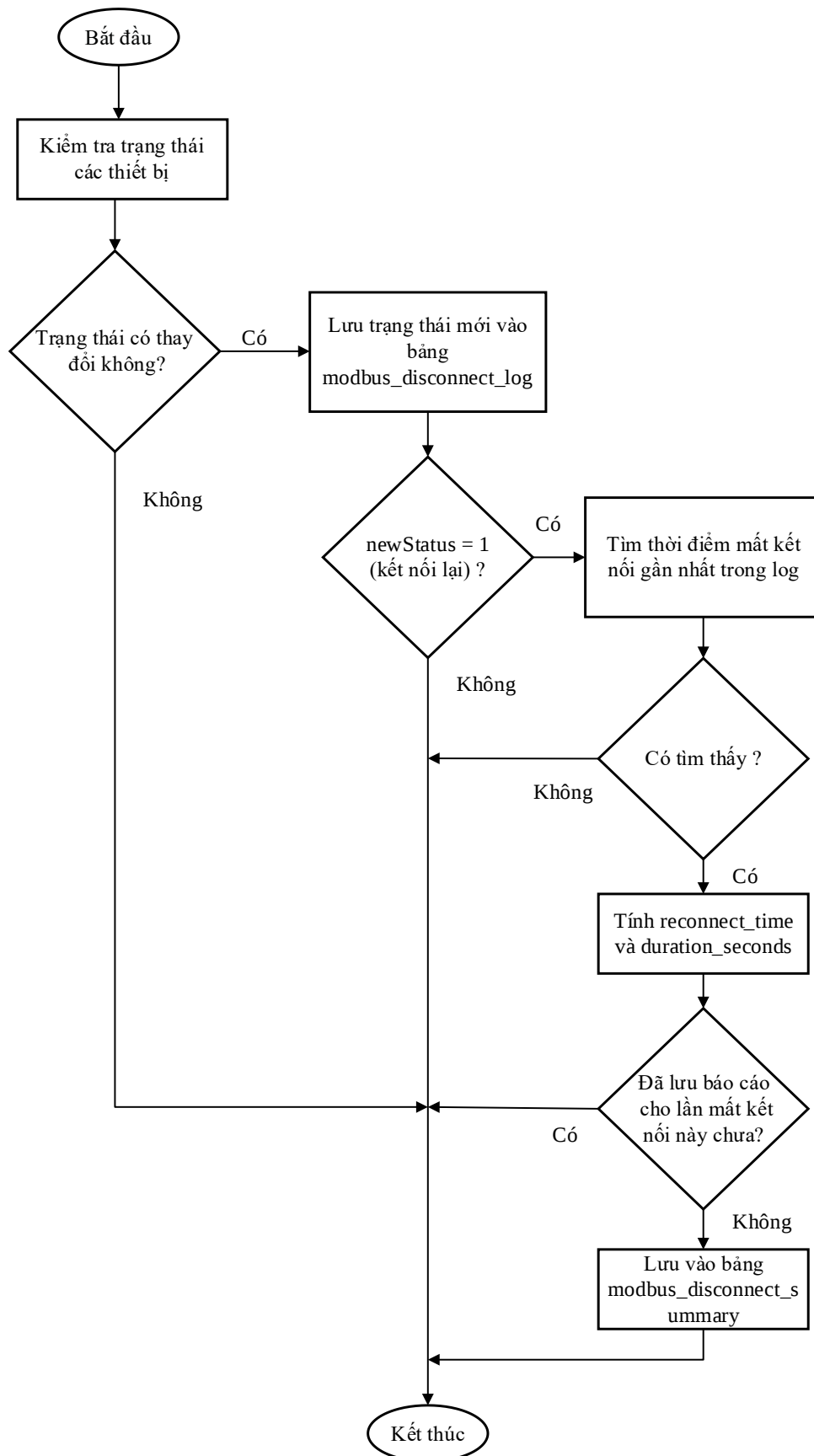
Lưu đồ thuật toán Hình 3.12 mô tả quy trình giám sát và xử lý cảnh báo sụt áp trong hệ thống điện. Hệ thống so sánh điện áp pha và điện áp dây với các ngưỡng cảnh báo đã thiết lập (nhẹ, nghiêm trọng, khẩn cấp). Nếu phát hiện điện áp vượt ngưỡng, hệ thống xác định mức cảnh báo tương ứng. Trong trường hợp đã tồn tại trạng thái lỗi, hệ thống so sánh mức cảnh báo mới với mức cũ để quyết định cập nhật hay giữ nguyên. Nếu không còn lỗi, hệ thống ghi nhận thời điểm kết thúc và xóa trạng thái lỗi hiện tại. Ngược lại, nếu không có cảnh báo mới và trạng thái lỗi đang tồn tại, hệ thống kết thúc quy trình mà không thay đổi dữ liệu.



Hình 3.12. Quy trình ghi lỗi sụt áp



Hình 3.13. Quy trình kiểm tra thiết bị mất kết nối



Hình 3.14. Qui trình lưu lỗi mất kết nối của thiết bị

Lưu đồ thuật toán Hình 3.13 mô tả quy trình kiểm tra trạng thái kết nối và khả năng phản hồi của thiết bị trong hệ thống. Hệ thống lần lượt duyệt qua từng thiết bị đã cấu hình, thiết lập kết nối và gửi yêu cầu đọc dữ liệu để xác định thiết bị có hoạt động hay không. Nếu thiết bị phản hồi, trạng thái được ghi nhận là “đã kết nối”, ngược lại sẽ đánh dấu là “mất kết nối”. Quá trình được lặp lại cho đến khi tất cả các thiết bị đều được kiểm tra, sau đó hệ thống ngắt kết nối khỏi cơ sở dữ liệu và kết thúc quy trình.

Lưu đồ thuật toán Hình 3.14 mô tả quá trình bắt đầu bằng việc kiểm tra trạng thái hiện tại của thiết bị và xác định xem có thay đổi nào so với lần kiểm tra trước hay không. Nếu có thay đổi, trạng thái mới sẽ được lưu vào bảng `modbus_disconnect_log`. Trong trường hợp thiết bị vừa kết nối lại, hệ thống sẽ truy vết thời điểm mất kết nối gần nhất để tính toán thời gian ngắt kết nối và thời gian khôi phục lại, sau đó ghi nhận thông tin này vào bảng `modbus_disconnect_summary` nếu chưa được lưu trước đó.

b) Giao diện biểu đồ thống kê số lần quá dòng, sụt áp, mất kết nối theo thiết bị

Bên cạnh bảng liệt kê chi tiết các sự cố, giao diện ALARMS còn cung cấp các giao diện vẽ biểu đồ trực quan thống kê số lần lỗi quá dòng xảy ra theo từng thiết bị thể hiện trong Hình 3.15, thống kê số lần lỗi sụt áp xảy ra theo từng thiết bị thể hiện trong Hình 3.16 và thống kê số lần lỗi mất kết nối xảy ra theo từng thiết bị thể hiện trong Hình 3.17. Đây là công cụ trực quan hóa giúp người dùng nhanh chóng nhận diện thiết bị hoặc khu vực nào thường xuyên gặp sự cố, từ đó đưa ra các quyết định bảo trì, kiểm tra hay cảnh báo kịp thời.



Hình 3.15. Giao diện thống kê số lần lỗi quá dòng

Các thành phần chính của biểu đồ được thiết kế để cung cấp thông tin chi tiết và trực quan, trong đó trục hoành đại diện cho các thiết bị đo, được định danh rõ ràng bằng Slave ID tương ứng với từng dây thiết bị trong hệ thống, giúp người dùng dễ dàng nhận

diện nguồn gốc dữ liệu. Trục tung, thể hiện số lần xảy ra lỗi trong khoảng thời gian đã chọn, tạo nên một cơ sở quan trọng để đánh giá tần suất sự cố. Mỗi cột trong biểu đồ phản ánh số lần lỗi tương ứng với một thiết bị, với màu sắc được sử dụng để chỉ ra mức độ nghiêm trọng của lỗi: màu vàng biểu thị mức cảnh báo nhẹ, màu cam cho thấy mức cảnh báo nghiêm trọng, và màu đỏ đánh dấu các trường hợp cảnh báo khẩn cấp, hỗ trợ người dùng phản ứng kịp thời.



Hình 3.16. Giao diện thống kê số lần lỗi sụt áp

Người dùng có thể thay đổi khoảng thời gian hiển thị thông qua bộ lọc thời gian phía trên, lựa chọn nhanh mốc thời gian như “Hôm nay”, “7 ngày gần nhất” hoặc chọn tháng cụ thể. Sau khi chọn mốc thời gian, hệ thống sẽ tự động truy xuất dữ liệu từ cơ sở dữ liệu SQL thông qua các API và cập nhật biểu đồ tương ứng. Trong trường hợp không có lỗi xảy ra trong khoảng thời gian đã chọn, biểu đồ sẽ không hiển thị cột nào và bảng dữ liệu bên dưới sẽ thông báo “Không có dữ liệu để hiển thị”.

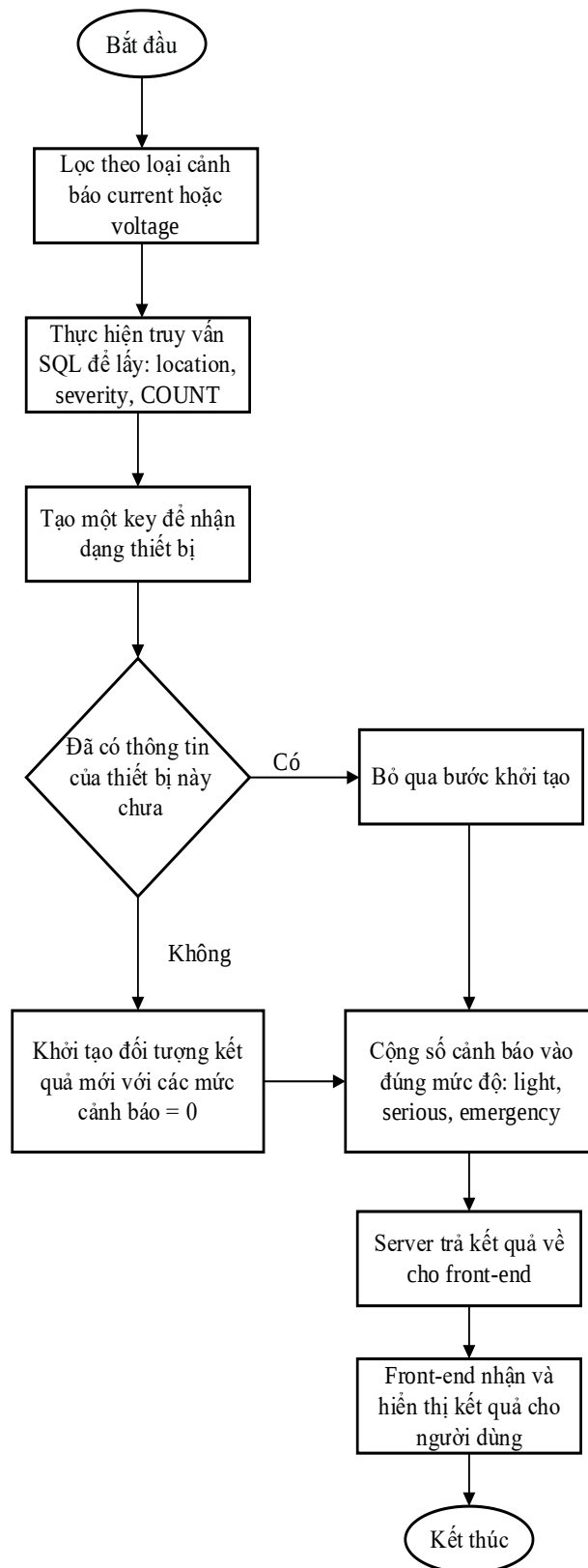


Hình 3.17. Giao diện thống kê số lần lỗi mất kết nối

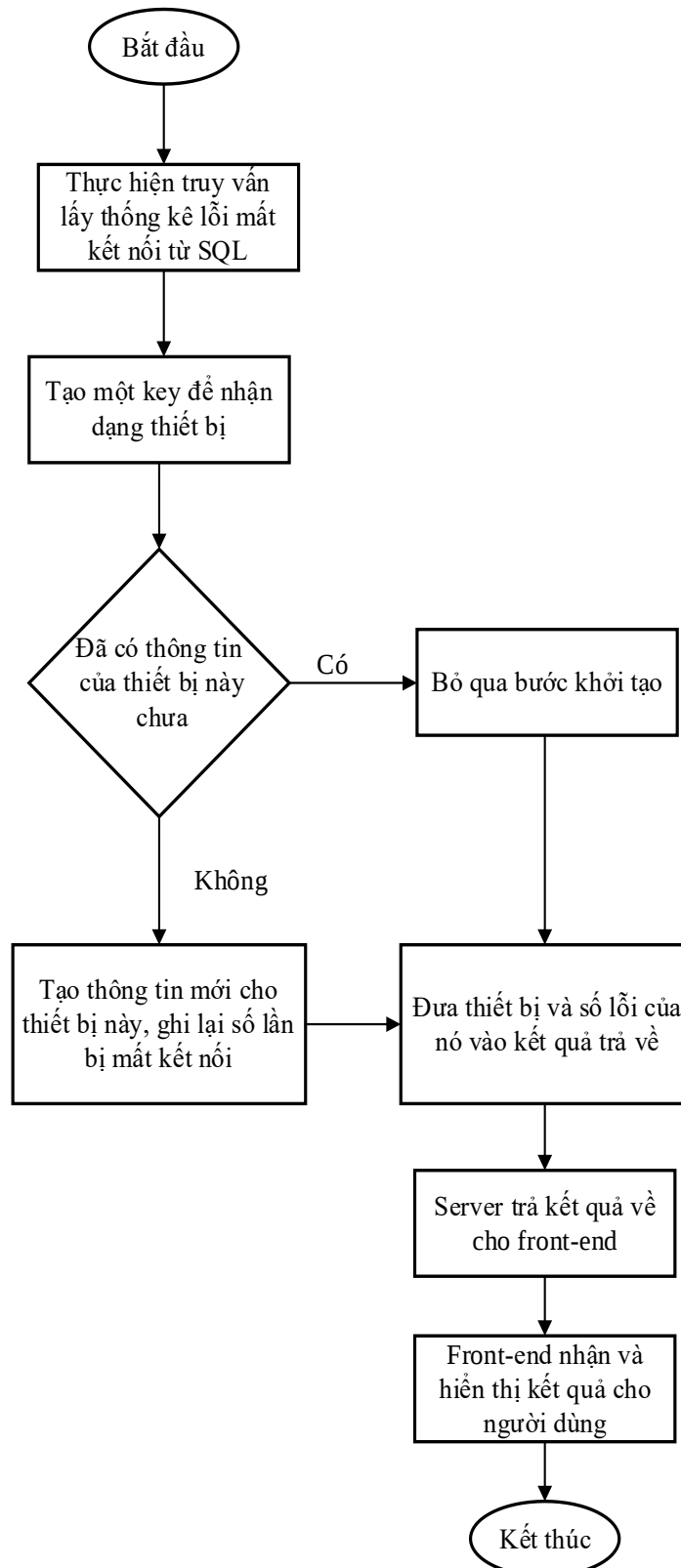
Ngoài ra, các giao diện này vẫn giữ nguyên bố cục thanh công cụ điều hướng phía trên và menu chức năng bên trái như trong màn hình chính của giao diện ALARMS. Điểm khác biệt duy nhất giữa các màn hình này là nguồn dữ liệu đầu vào, tương ứng với từng loại sự kiện: quá dòng, sụt áp hoặc mất kết nối. Dữ liệu này được truy xuất từ các bảng ghi tương ứng trong cơ sở dữ liệu SQL thông qua hệ thống API.

Sinh viên thực hiện: Lê Ngọc Thành, Trần Văn Vinh Hướng dẫn: PGS.TS.Lê Tiến Dũng 41

giá trị để vẽ biểu đồ thống kê số lần quá dòng, sụt áp và mất kết nối được mô tả thông qua các lưu đồ thuật toán dưới đây:



Hình 3.18. Lấy giá trị để vẽ biểu đồ thống kê số lần quá dòng và sụt áp



Hình 3.19. Lấy giá trị để vẽ biểu đồ thống kê số lần mất kết nối

Lưu đồ thuật toán Hình 3.18 mô tả quá trình tổng hợp số lượng cảnh báo theo mức độ của từng thiết bị trong hệ thống. Đầu tiên, hệ thống lọc dữ liệu theo loại cảnh báo

Sinh viên thực hiện: Lê Ngọc Thành, Trần Văn Vinh Hướng dẫn: PGS.TS.Lê Tiến Dũng 43

(current hoặc voltage), sau đó thực hiện truy vấn SQL để lấy các thông tin cần thiết như vị trí, mức độ nghiêm trọng và số lượng cảnh báo. Mỗi thiết bị được nhận diện qua một key riêng. Nếu thiết bị đã được xử lý trước đó, hệ thống sẽ bỏ qua bước khởi tạo ban đầu. Ngược lại, một đối tượng mới sẽ được tạo ra với các mức cảnh báo mặc định bằng 0. Cuối cùng, cộng dồn số cảnh báo theo từng mức độ, trả kết quả về cho frontend hiển thị.

Lưu đồ thuật toán Hình 3.19 mô tả quy trình tổng hợp lỗi mất kết nối của các thiết bị từ cơ sở dữ liệu. Hệ thống thực hiện truy vấn SQL để lấy thông tin lỗi, sau đó tạo một key nhận dạng cho từng thiết bị. Nếu thiết bị đã được xử lý trước đó, hệ thống bỏ qua bước khởi tạo. Ngược lại, nếu là lần đầu xuất hiện, hệ thống khởi tạo dữ liệu mới cho thiết bị và ghi nhận số lần mất kết nối. Cuối cùng, thiết bị và số lỗi tương ứng sẽ được đưa vào danh sách kết quả trả về để hiển thị cho người dùng.

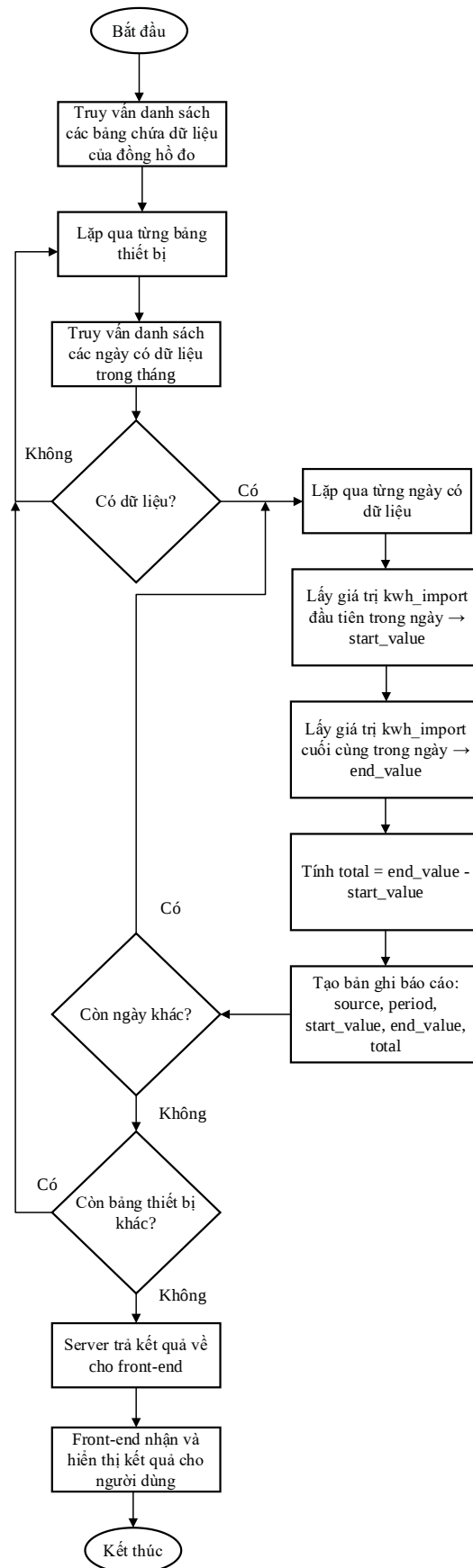
3.3.5. Màn hình giao diện chính của REPORTS

Giao diện màn hình chính của “REPORTS”, được thể hiện chi tiết trong Hình 3.20, mang đến cho người dùng một công cụ để truy cập và xuất báo cáo chi tiết về sản lượng điện đã tiêu thụ theo từng đồng hồ đo trong bất kỳ tháng nào, hỗ trợ việc quản lý và phân tích dữ liệu hiệu quả. Khung chọn thời gian được tích hợp trong giao diện cho phép người dùng lựa chọn tháng và năm cần xem thông qua công cụ lịch, và sau khi xác định, chỉ cần nhấn nút “Xem báo cáo” để hệ thống truy vấn dữ liệu từ cơ sở dữ liệu và hiển thị kết quả một cách nhanh chóng.



Hình 3.20. Giao diện chính của REPORTS

Tiếp theo, bảng dữ liệu tổng hợp xuất hiện với các thông tin quan trọng như danh sách các thiết bị đo (Source), ngày đo (Period), năng lượng điện tiêu thụ (Total, đơn vị kWh), giá trị đầu ngày (Start Value) và giá trị cuối ngày (End Value), giúp người dùng nắm bắt toàn diện tình trạng sử dụng điện trong khoảng thời gian đã chọn. Để hỗ trợ lưu trữ và phân tích sâu hơn, giao diện cung cấp hai nút chức năng “Xuất Excel” và “Xuất PDF”, cho phép người dùng tải báo cáo về dưới dạng tập tin, thuận tiện cho việc chia sẻ hoặc xử lý ngoài hệ thống.



Hình 3.21. Qui trình tạo bảng báo cáo năng lượng tiêu thụ theo ngày của từng thiết bị

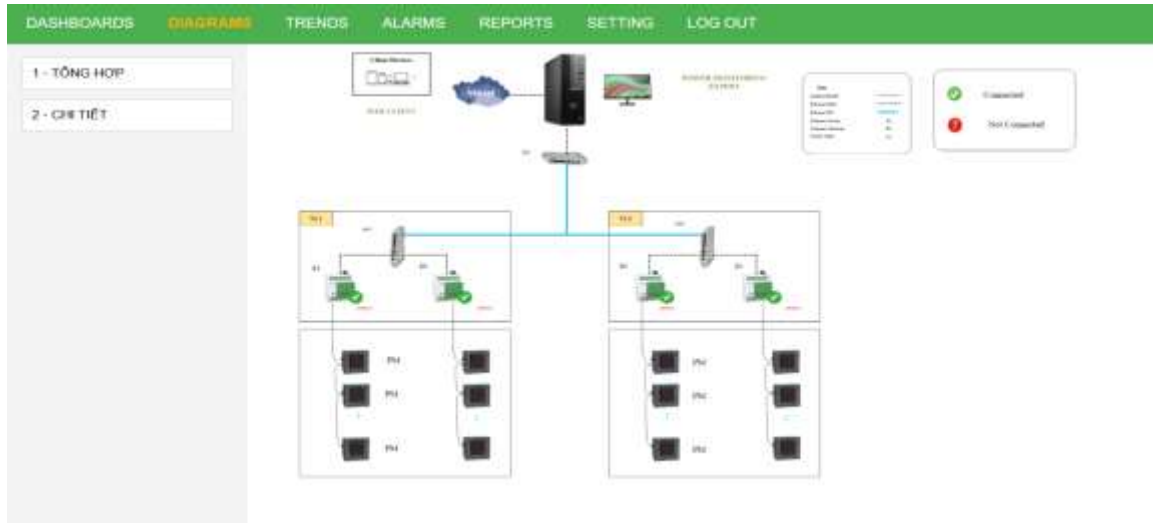
Thanh công cụ ở phía trên cùng đóng vai trò như trung tâm điều hướng, tích hợp các nút dẫn đến các chức năng khác của hệ thống, trong đó nút “DASHBOARDS (Hình 3.2)” đưa người dùng đến giao diện hiển thị biểu đồ tổng quan, mang lại cái nhìn tổng thể về dữ liệu. Nút “DIAGRAMS (Hình 3.22)” chuyển hướng đến giao diện trình bày sơ đồ kết nối phần cứng, trong khi nút “TRENDS (Hình 3.26)” mở ra giao diện với các biểu đồ đường phân tích xu hướng tiêu thụ điện theo thời gian. Nút “ALARMS (Hình 3.8)” hỗ trợ theo dõi các cảnh báo, còn nút “REPORTS (Hình 3.20)” duy trì tại giao diện hiện tại để xem các báo cáo thống kê sử dụng điện, nút “SETTING (Hình 3.28)” dẫn đến giao diện thiết lập cấu hình hệ thống. Cuối cùng, nút “LOG OUT” cho phép người dùng đăng xuất khỏi hệ thống một cách an toàn và nhanh chóng.

Để hệ thống có thể tạo bảng báo cáo năng lượng tiêu thụ theo từng ngày cho từng thiết bị đo, một thuật toán thu thập và xử lý dữ liệu từ các thiết bị được thiết kế. Lưu đồ thuật toán Hình 3.21 mô tả chi tiết quy trình lấy dữ liệu từ các thiết bị đo, xử lý và lưu trữ thông tin tiêu thụ điện năng theo từng ngày. Lưu đồ này mô tả quy trình tính toán lượng điện năng tiêu thụ theo từng ngày từ dữ liệu đồng hồ đo. Hệ thống bắt đầu bằng việc truy vấn danh sách các bảng dữ liệu tương ứng với từng thiết bị, sau đó lặp qua từng thiết bị và kiểm tra dữ liệu từng ngày. Với mỗi ngày có dữ liệu, hệ thống lấy giá trị kWh_import đầu tiên và cuối cùng trong ngày để tính tổng điện năng tiêu thụ ($\text{total} = \text{end_value} - \text{start_value}$). Kết quả được ghi vào bảng báo cáo với các thông tin như nguồn dữ liệu, thời gian, giá trị đầu – cuối và tổng năng lượng tiêu thụ. Sau khi xử lý hết các thiết bị và ngày liên quan, server trả kết quả về cho frontend để hiển thị cho người dùng. Quy trình này giúp lập báo cáo chi tiết về lượng điện tiêu thụ theo từng thiết bị và từng ngày.

3.4. Màn hình xem trạng thái các thiết bị

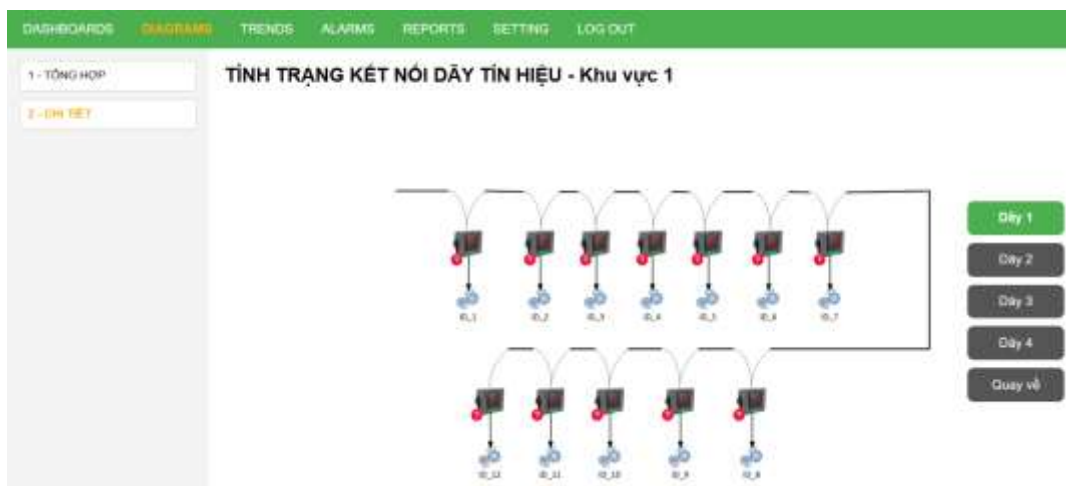
3.4.1. Màn hình HMI

Màn hình HMI tại mục DIAGRAMS/Tổng hợp, được thể hiện chi tiết ở Hình 3.22 cung cấp một cái nhìn tổng quan về trạng thái kết nối trong hệ thống, nơi người dùng có thể dễ dàng theo dõi tình trạng hoạt động của các gateway một cách trực quan. Không chỉ dừng lại ở việc hiển thị trạng thái, giao diện này còn minh họa rõ ràng phương pháp kết nối giữa các thành phần, giúp người vận hành hiểu rõ cấu trúc mạng và mối quan hệ giữa các thiết bị trong hệ thống, từ đó hỗ trợ việc quản lý và bảo trì hiệu quả hơn. Tiến xa hơn, tại mục DIAGRAMS/Chi tiết (Hình 3.23), màn hình HMI mở rộng khả năng hiển thị bằng cách cung cấp thông tin kết nối chi tiết đến từng thiết bị đo, cho phép người dùng nắm bắt tình trạng hoạt động của từng điểm đo một cách chính xác.



Hình 3.22. HMI hiển thị trạng thái thiết bị

Đặc biệt, người dùng có thể nhấp chuột vào hình ảnh của Power Meter mong muốn để truy cập sâu hơn vào thông tin đo lường chi tiết, được trình bày rõ ràng ở Hình 4.6.



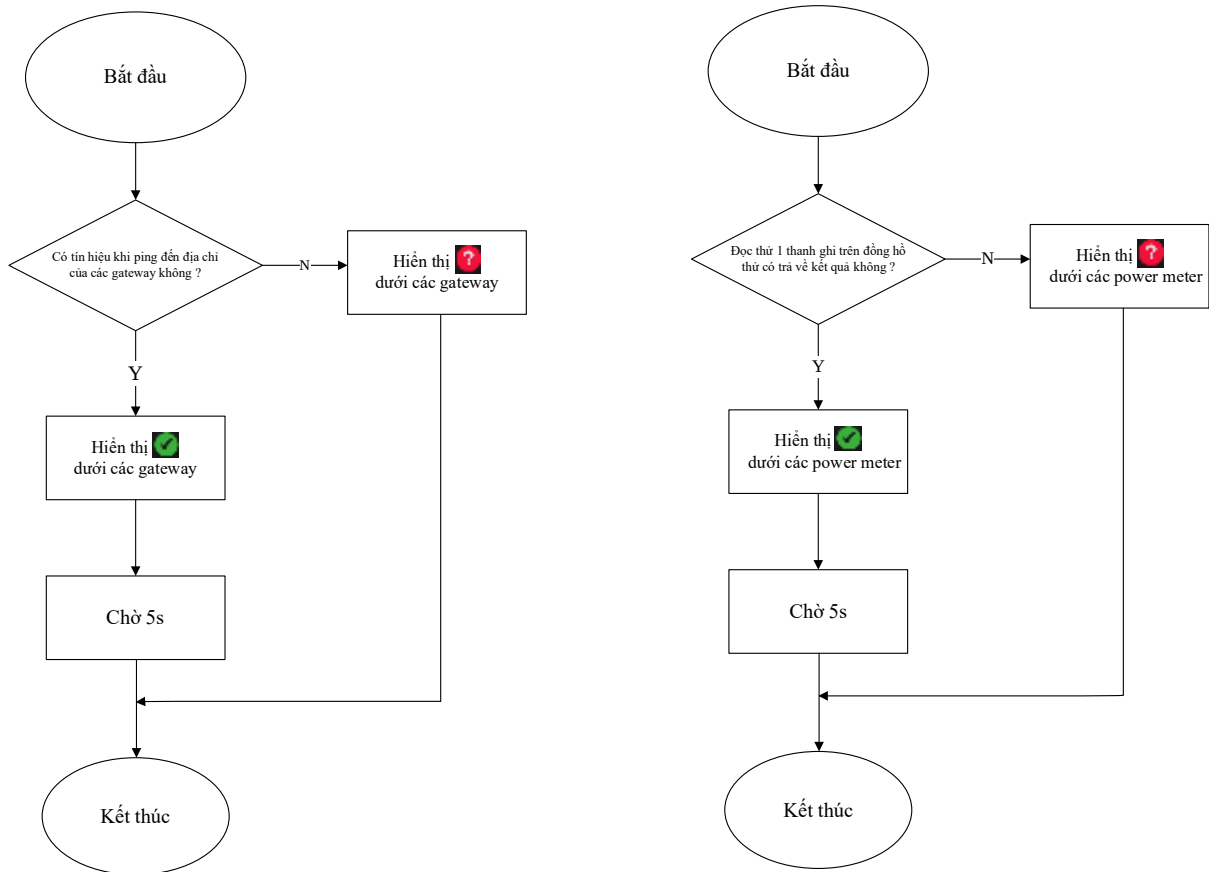
Hình 3.23. HMI kiểm tra kết nối các đồng hồ đo

3.4.2. Lưu đồ các API

Lưu đồ được trình bày trong Hình 3.24 mô tả chi tiết tính năng kiểm tra trạng thái kết nối đến gateway, được minh họa trước đó ở Hình 3.22, cũng như kiểm tra trạng thái kết nối đến các thiết bị Power Meter, được thể hiện trong Hình 3.23, tạo thành một quy trình giám sát toàn diện. Quá trình này được thực hiện trên server thông qua lệnh ping định kỳ, nhằm đảm bảo rằng mọi thiết bị trong hệ thống đều hoạt động ổn định và có thể giao tiếp với nhau. Các tệp HTML được thiết kế để tự động gọi API tương ứng mỗi 5 giây một lần, giúp cập nhật liên tục trạng thái của các thiết bị trên giao diện người dùng thông qua các đèn chỉ thị trực quan, phản ánh tình trạng kết nối theo thời gian thực. Nếu trong trường hợp không thể gọi được API do lỗi mạng hoặc sự cố thiết bị, hệ thống Sinh viên thực hiện: Lê Ngọc Thành, Trần Văn Vinh Hướng dẫn: PGS.TS.Lê Tiến Dũng 47

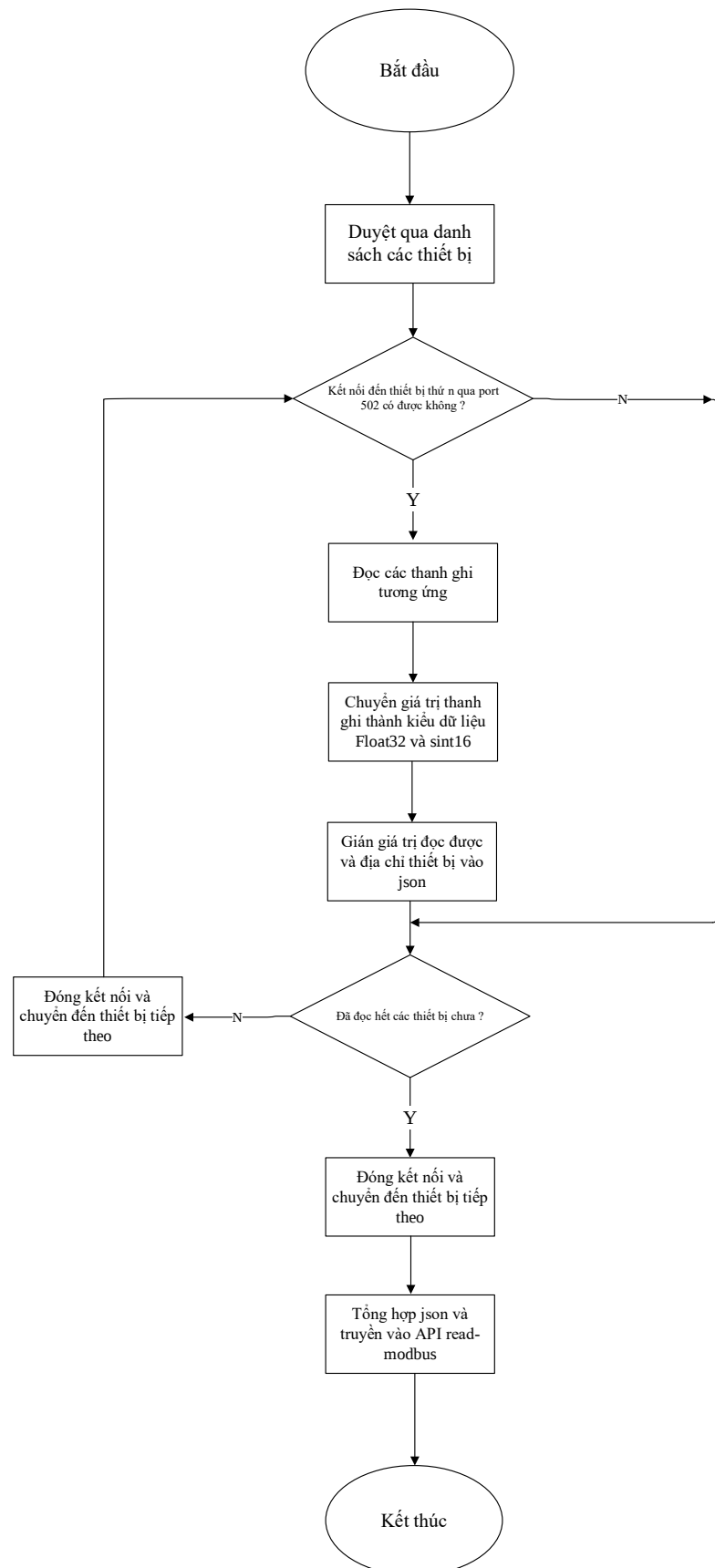
sẽ mặc định trạng thái là mất kết nối, hiển thị cảnh báo kịp thời để người vận hành có thể can thiệp và xử lý, từ đó đảm bảo tính liên tục và độ tin cậy của hệ thống giám sát.

API (Hình 3.25) này có nhiệm vụ đọc dữ liệu Modbus từ nhiều thiết bị đo, sau đó tổng hợp và trả về dữ liệu ở định dạng JSON. Danh sách thiết bị được tổ chức theo dạng ma trận, trong đó mỗi cột đại diện cho một địa chỉ IP, và mỗi hàng tương ứng với một slave ID cần truy cập tại địa chỉ đó. API sẽ duyệt tuần tự qua từng thiết bị, tiến hành kết nối TCP, sau đó đọc các thanh ghi tương ứng qua Modbus. Các giá trị thu được sẽ được xử lý, gán nhãn (label) phù hợp, chuyển sang định dạng JSON và trả về qua API. Trong trường hợp thiết bị không khả dụng hoặc không phản hồi, hệ thống sẽ bỏ qua và tiếp tục với thiết bị kế tiếp nhằm đảm bảo tính liên tục. Kết thúc một chu kỳ đọc, toàn bộ dữ liệu sẽ được đóng gói lại và chờ các html gọi sử dụng.



Hình 3.24. Lưu đồ hiển thị các trạng thái kết nối

Trang HTML được thể hiện trong Hình 4.6 được thiết kế để tự động cập nhật dữ liệu mỗi 10 giây một lần, quá trình này bắt đầu khi hệ thống thực hiện việc đọc dữ liệu từ API. Sau khi thu thập, dữ liệu này sẽ được truyền một cách có tổ chức vào các ô dữ liệu trên giao diện, giúp người dùng dễ dàng theo dõi và phân tích các giá trị đo lường như điện năng tiêu thụ hay trạng thái kết nối.



Hình 3.25. Lưu đồ quá trình đọc dữ liệu từ thiết bị và truyền vào API

3.5. Đồ thị giá trị đo theo thời gian

3.5.1. Màn hình HMI



Hình 3.26. Màn hình hiển thị giá trị đo theo thời gian

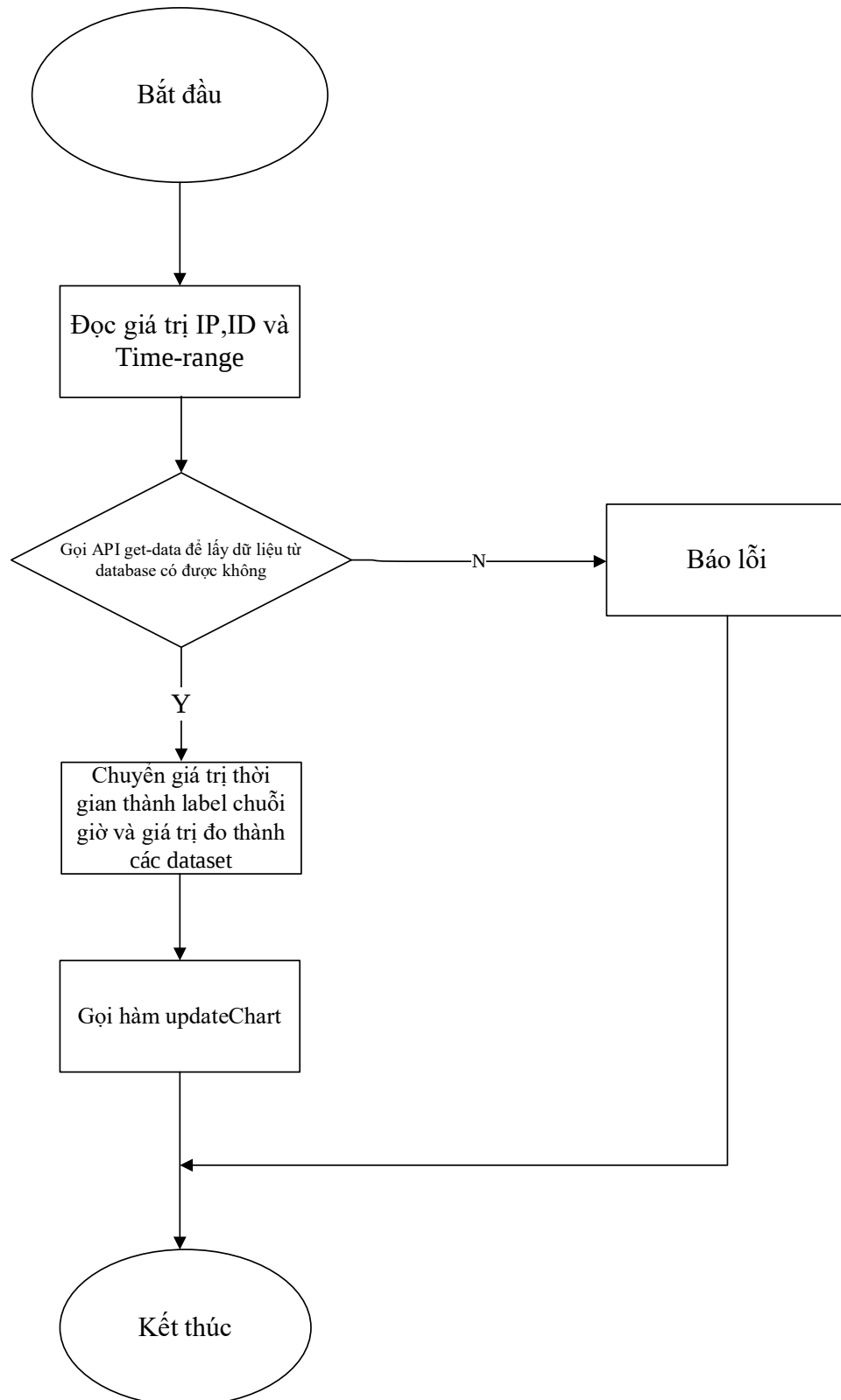
Màn hình HMI hiển thị giá trị đo theo thời gian, dễ dàng truy cập qua tab TRENDS (Hình 3.26), mang đến công cụ phân tích dữ liệu chi tiết và linh hoạt. Người dùng có thể chọn loại số liệu đo, địa chỉ thiết bị cụ thể và điều chỉnh khung thời gian cần vẽ để theo dõi xu hướng tiêu thụ năng lượng. Các đồ thị được thiết kế với các nút phóng to, thu nhỏ, chuyển sang chế độ toàn màn hình và tải về máy, hỗ trợ quan sát chi tiết và lưu trữ thông tin. Sự kết hợp này không chỉ tăng tính trực quan mà còn giúp người vận hành phân tích dữ liệu một cách hiệu quả. Hệ thống đảm bảo cung cấp thông tin chính xác, hỗ trợ ra quyết định nhanh chóng trong quản lý năng lượng.

3.5.2. Lưu đồ thuật toán

Lưu đồ thuật toán Hình 3.27 được thiết kế nhằm lấy dữ liệu từ server theo thời gian thực và hiển thị lên biểu đồ động bằng thư viện Chart.js. Quá trình bắt đầu khi trang web được tải hoặc khi người dùng thay đổi các lựa chọn thiết bị (IP, ID) hoặc khoảng thời gian. Hệ thống sau đó gửi yêu cầu đến API backend để lấy dữ liệu mới, với tham số tương ứng.

Dữ liệu trả về được xử lý để trích xuất thời gian và các chỉ số điện như điện áp, dòng điện, công suất, sóng hài và hệ số công suất. Các tập dữ liệu này được dùng để tạo và cập nhật biểu đồ đường (line chart), với mỗi nhóm thông số ứng với một biểu đồ riêng. Nếu có dữ liệu, hệ thống sẽ vẽ lại toàn bộ biểu đồ. Nếu không, cảnh báo sẽ hiển thị trên console để người phát triển biết không có dữ liệu trả về. Đồng thời, hệ thống hỗ trợ ẩn/hiện từng biểu đồ bằng checkbox và tự động điều chỉnh kích thước biểu đồ khi thay đổi kích thước cửa sổ trình duyệt. Ngoài ra, cơ chế cập nhật tự động mỗi 10 giây

giúp duy trì việc hiển thị dữ liệu thời gian thực mà không cần người dùng thao tác thủ công.



Hình 3.27. Lưu đồ tính năng hiển thị giá trị đo theo thời gian

3.6. Điều chỉnh các giá trị cảnh báo

3.6.1. Màn hình HMI

Giá trị cảnh báo hiện tại	Mức cảnh báo	Giá trị cảnh báo mới
340 V	Emergency	340 V
350 V	Serious	350 V
380 V	Light	380 V

Lưu

Lưu những giá trị Admin, bạn không có quyền truy cập chức năng này

Hình 3.28. Màn hình điều chỉnh các giá trị cảnh báo

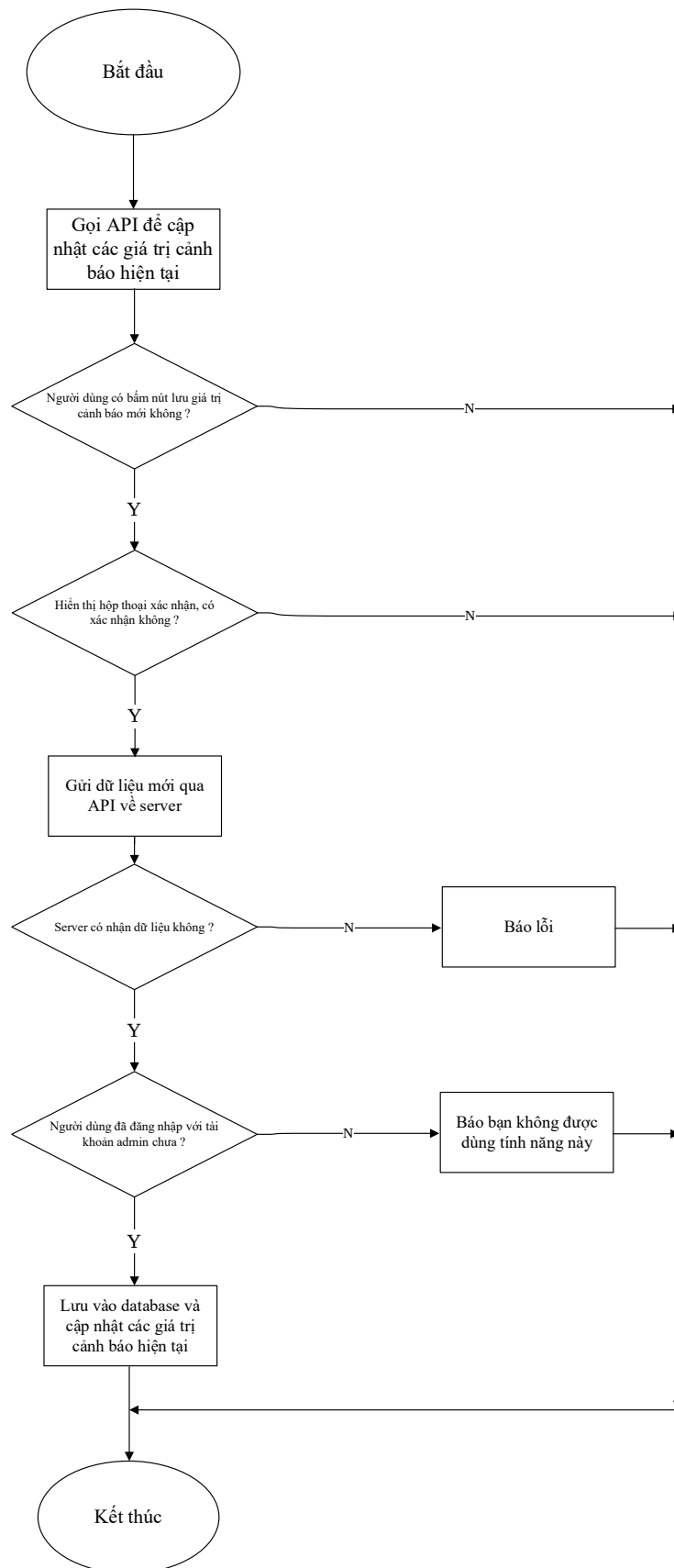
Màn hình các chức năng điều chỉnh nằm ở mục SETTINGS (Hình 3.28). Sau khi điều chỉnh giá trị cảnh báo theo nhu cầu, người dùng cần nhấn nút Save để lưu lại thông tin. Tiếp theo, một bước xác nhận sẽ được yêu cầu để hoàn tất quá trình cập nhật, đảm bảo không có sai sót xảy ra. Chức năng này được thiết kế với yêu cầu bắt buộc tài khoản có quyền admin, nhằm tăng cường tính bảo mật và kiểm soát trong hệ thống.

3.6.2. Lưu đồ thuật toán

Chức năng này cho phép người quản trị hệ thống chủ động điều chỉnh các giá trị cảnh báo điện áp theo ba mức độ: khẩn cấp (Emergency), nghiêm trọng (Serious) và nhẹ (Light). Các ngưỡng này được dùng để phân loại mức độ bất thường của điện áp theo thời gian thực và sinh cảnh báo phù hợp trên giao diện.

Lưu đồ thuật toán Hình 3.29 cho thấy khi trang được tải, trình duyệt gửi yêu cầu đến server qua API get-settings-vol-line-1 để lấy ra các giá trị cảnh báo hiện tại. Các giá trị này sau đó được hiển thị đồng thời ở hai vị trí: một là nơi chỉ đọc giúp người dùng kiểm tra nhanh, hai là trong các ô nhập liệu để người dùng có thể sửa đổi khi cần. Trong trường hợp server không phản hồi hoặc dữ liệu trả về không đúng định dạng, hệ thống sẽ hiển thị thông báo lỗi và làm trống các trường nhập liệu để tránh nhầm lẫn.

Người dùng có thể nhập các giá trị mới vào ba ô tương ứng, sau đó nhấn nút “Lưu”. Hệ thống sẽ hiển thị hộp thoại xác nhận để tránh việc thay đổi ngẫu nhiên. Khi người dùng xác nhận, dữ liệu mới sẽ được gửi về server thông qua API save-settings-vol-line-1 bằng phương thức POST. Nếu server xử lý thành công, hệ thống sẽ phản hồi và cập nhật lại phần hiển thị ngưỡng hiện tại. Nếu xảy ra lỗi trong quá trình gửi hoặc lưu, thông báo lỗi rõ ràng sẽ được hiển thị để người dùng biết và xử lý kịp thời.



Hình 3.29. Lưu đồ thuật toán quá trình điều chỉnh giá trị cảnh báo

3.7. Chức năng xem lại lịch sử chỉnh sửa

3.7.1. Màn hình HMI

ID	Thời gian chỉnh sửa	Biến chỉnh sửa	Giá trị ban đầu	Giá trị chỉnh sửa	Người sửa
7	01:28:41 26/04/2025	serious_level	1.3	1.4	admin
6	10:53:29 25/04/2025	emergency_level	1.6	1.5	admin
5	10:01:03 25/04/2025	vol_phase1_light_level	200	201	admin
4	10:00:57 25/04/2025	vol_line1_serious_level	360	359	admin
1	09:48:00 25/04/2025	emergency_level	1.5	1.6	admin
2	09:48:00 25/04/2025	serious_level	4	1.3	admin
3	09:48:00 25/04/2025	light_level	3.5	1.1	admin

Hình 3.30. HMI lịch sử chỉnh sửa

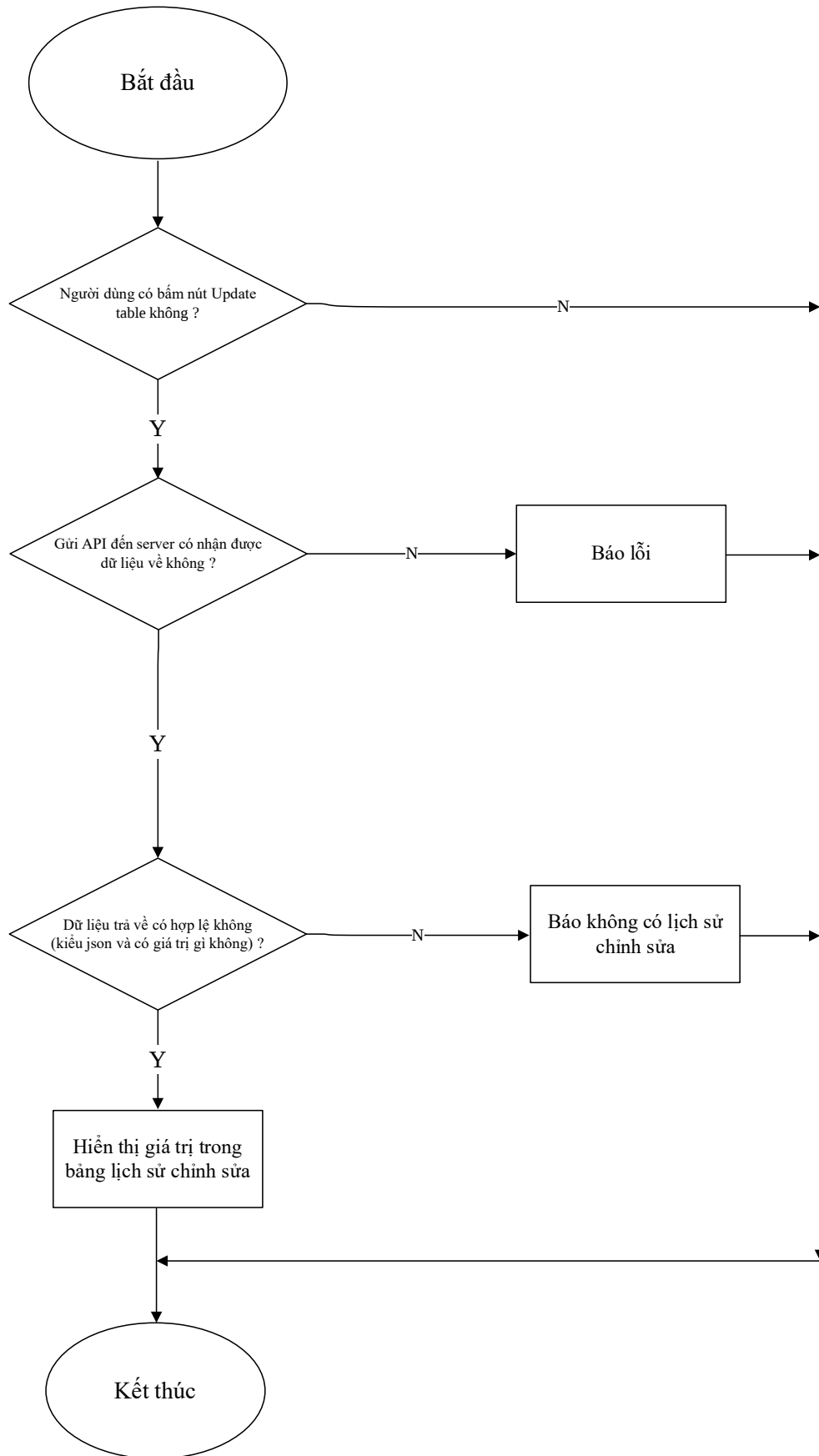
Chức năng xem lại lịch sử chỉnh sửa có thể truy cập từ SETTINGS/LỊCH SỬ CHỈNH SỬA (Hình 3.30), mang lại công cụ hữu ích để theo dõi các thay đổi trong hệ thống. Người dùng có thể bấm Update table để xem lịch sử theo thời gian, biến, giá trị và người chỉnh sửa. Ngoài ra còn có nút download để tải lịch sử chỉnh sửa về máy dạng file pdf hay excel.

3.7.2. Lưu đồ thuật toán

Chức năng xem lịch sử chỉnh sửa (lưu đồ Hình 3.31) giúp người dùng theo dõi tất cả các thay đổi đã được thực hiện đối với các ngưỡng cảnh báo trong hệ thống (Emergency, Serious, Light). Tính năng này giúp đảm bảo tính minh bạch, phục vụ kiểm tra, đánh giá hoặc truy vết nếu có sự cố xảy ra.

Khi trang được tải, một yêu cầu GET được gửi đến server tại địa chỉ /get-edit-history. Server phản hồi về danh sách các bản ghi lịch sử dưới dạng JSON. Mỗi bản ghi bao gồm: mã ID, thời điểm chỉnh sửa, tên biến bị chỉnh sửa (emergencyLevel, seriousLevel hoặc lightLevel), giá trị trước khi chỉnh sửa, giá trị sau khi chỉnh sửa, và tên người thực hiện.

Các bản ghi này được hiển thị trên bảng HTML dưới dạng hàng dọc, dễ quan sát và sắp xếp theo thời gian. Ngoài ra, hệ thống còn hỗ trợ xuất toàn bộ bảng lịch sử sang file Excel hoặc PDF để lưu trữ và báo cáo. Dữ liệu bảng được xử lý qua thư viện ExcelJS (cho Excel) hoặc html2canvas kết hợp jsPDF (cho PDF). Chức năng cũng bao gồm xử lý lỗi khi không có dữ liệu hoặc khi server không phản hồi, đảm bảo trải nghiệm người dùng mượt mà và rõ ràng.



Hình 3.31. Lưu đồ tính năng xem lại lịch sử chỉnh sửa

3.8. Chức năng quản lý phiên đăng nhập và phân quyền người dùng

3.8.1. Lí do sử dụng

Trong một hệ thống giám sát và quản lý năng lượng, việc đảm bảo tính bảo mật và kiểm soát truy cập là yếu tố quan trọng không thể thiếu. Nếu tất cả người dùng đều có toàn quyền truy cập vào hệ thống, nguy cơ bị can thiệp, chỉnh sửa hoặc khai thác sai mục đích sẽ rất cao. Do đó, chức năng phân quyền người dùng là cần thiết để giới hạn quyền truy cập tùy theo vai trò – ví dụ: người quản trị có thể cấu hình hệ thống và xem toàn bộ dữ liệu, trong khi người dùng thông thường chỉ được phép theo dõi thông số mà không được chỉnh sửa.

Bên cạnh đó, việc sử dụng session đăng nhập giúp xác thực người dùng một cách liên tục trong suốt phiên làm việc. Khi người dùng đăng nhập thành công, hệ thống sẽ tạo một session lưu trạng thái đăng nhập, từ đó cho phép duy trì quyền truy cập mà không cần xác thực lại sau mỗi thao tác. Session này cũng được thiết lập thời gian sống giới hạn (ví dụ: 24 giờ) để giảm rủi ro nếu người dùng quên đăng xuất. Cơ chế này vừa đảm bảo tính bảo mật, vừa giúp nâng cao trải nghiệm sử dụng, đặc biệt trong các hệ thống hoạt động dài hạn như EMS.

3.8.2. Công cụ express-sessions

Trong ứng dụng web sử dụng Node.js và Express, express-session là một middleware giúp quản lý trạng thái đăng nhập của người dùng một cách hiệu quả và an toàn. Thay vì phải xác thực lại người dùng qua mỗi yêu cầu (request), Express Session cho phép tạo một phiên (session) lưu trữ thông tin tạm thời trên server, từ đó giúp nhận biết người dùng đã đăng nhập hay chưa.



Hình 3.32. Công cụ express-sessions

Hình 3.32 cho thấy quy trình hoạt động cơ bản của express-session: khi người dùng đăng nhập thành công, hệ thống sẽ tạo ra một session có mã định danh duy nhất và lưu trữ thông tin của phiên làm việc (gồm user ID, thời gian hết hạn, role) vào một Session Store (cơ sở dữ liệu). Một cookie chứa mã phiên sẽ được gửi về trình duyệt người dùng.

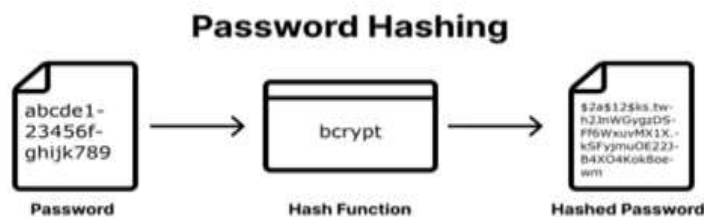
Khi người dùng gửi các yêu cầu tiếp theo, trình duyệt sẽ gửi lại cookie này để hệ thống kiểm tra và khôi phục trạng thái phiên đã lưu trước đó.

Trong hình, đồng hồ tượng trưng cho thời gian sống của phiên, được đặt mặc định ở mức 24 giờ, phản ánh khoảng thời gian mà phiên sẽ duy trì hoạt động trước khi tự động hết hạn. Biểu tượng cơ sở dữ liệu đại diện cho nơi lưu trữ thông tin phiên một cách an toàn và có tổ chức, đảm bảo rằng mọi dữ liệu liên quan đến phiên đều được quản lý hiệu quả. Đoạn mã được hiển thị minh họa nội dung dữ liệu phiên, bao gồm các thông tin quan trọng như trạng thái người dùng hoặc các tham số phiên, được lưu trữ để hỗ trợ quá trình vận hành hệ thống. Cơ chế này không chỉ giúp tối ưu hóa hiệu suất mà còn đảm bảo rằng ngay cả khi người dùng vô tình quên đăng xuất, phiên sẽ tự động hết hạn sau thời gian quy định, từ đó nâng cao tính bảo mật và giảm nguy cơ bị truy cập trái phép. Chức năng mã hóa dữ liệu

3.8.3. Lý do sử dụng

Trong hệ thống của nhóm, việc phân quyền người dùng và yêu cầu đăng nhập là bắt buộc để đảm bảo bảo mật dữ liệu và giới hạn quyền truy cập. Tuy nhiên, nếu lưu mật khẩu người dùng dưới dạng văn bản thuần (plain text) trong cơ sở dữ liệu MySQL thì sẽ rất nguy hiểm. Trong trường hợp dữ liệu bị rò rỉ, bất kỳ ai có được có thể dễ dàng đọc và sử dụng các tài khoản. Do đó, việc mã hóa mật khẩu là giải pháp thiết yếu giúp bảo vệ thông tin đăng nhập của người dùng.

3.8.4. Thư viện bcrypt

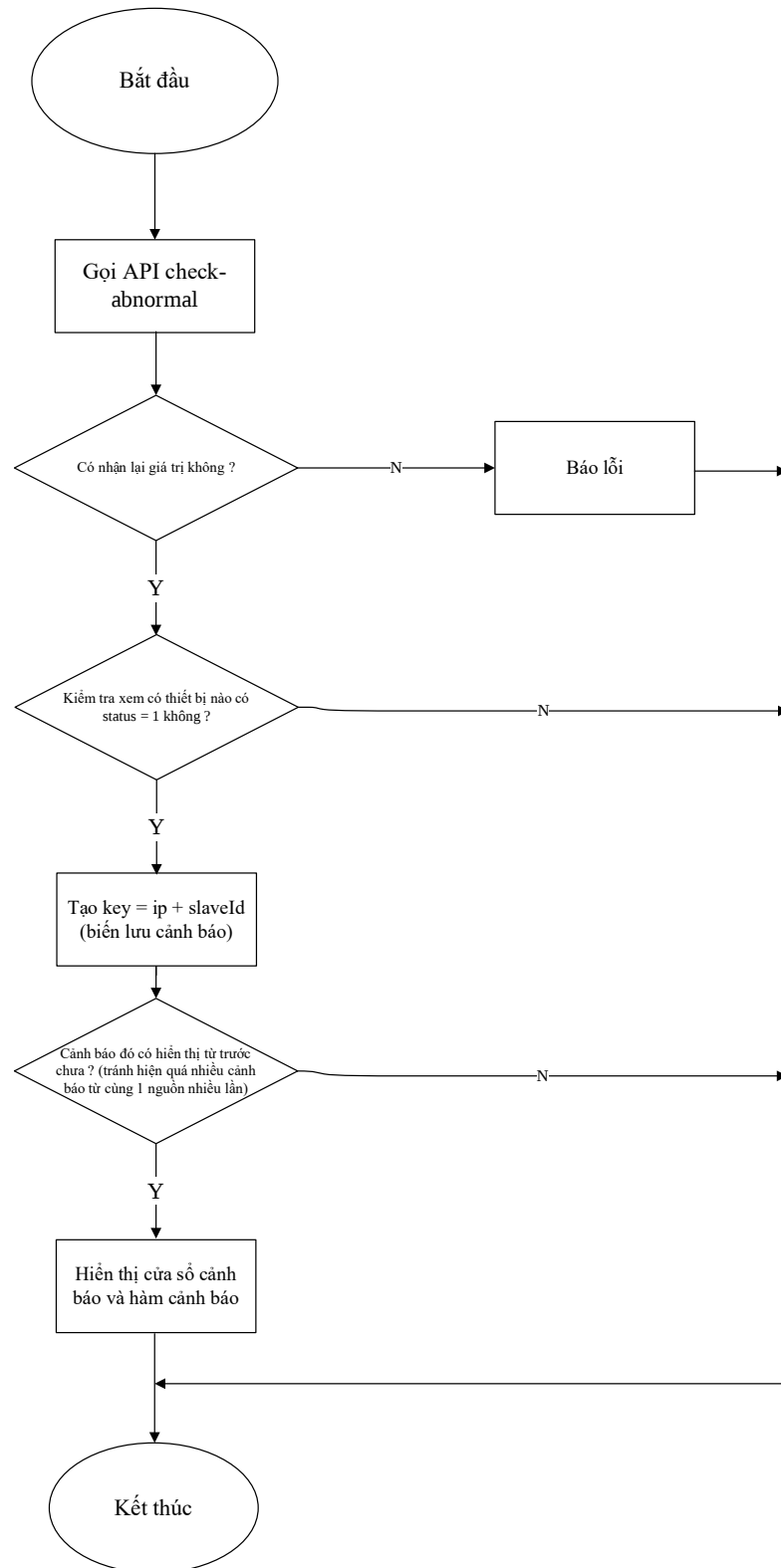


Hình 3.33. Minh họa tính năng mã hóa dữ liệu

Hình 3.33 mô tả quy trình mã hóa mật khẩu sử dụng bcrypt. Đầu tiên, người dùng nhập mật khẩu (ví dụ: "abcde1-23456f-ghijk789"). Mật khẩu này sau đó được đưa vào hàm băm (hash function) của thư viện bcrypt. Quá trình này không chỉ mã hóa mật khẩu mà còn tự động tạo ra một salt riêng cho mỗi lần băm, khiến kết quả không bao giờ giống nhau dù người dùng nhập cùng một mật khẩu. Kết quả trả về là một chuỗi dài — gọi là hashed password. Chuỗi này sau đó được lưu trong cơ sở dữ liệu MySQL thay cho mật khẩu gốc. Khi người dùng đăng nhập, hệ thống sẽ so sánh phiên bản đã băm

của mật khẩu nhập vào với giá trị lưu trong database, đảm bảo bảo mật mà không cần biết chính xác mật khẩu ban đầu.

3.9. Tính năng thông báo ngoài trình duyệt (Electron Notification)



Hình 3.34. Lưu đồ tính năng thông báo ngoài trình duyệt

3.9.1. Lí do sử dụng

Trong dự án giám sát và cảnh báo qua giao diện web, khả năng gửi thông báo đến người dùng khi có sự cố là vô cùng quan trọng. Tuy nhiên, trình duyệt như Google Chrome chỉ cho phép hiển thị thông báo khi trang web đang được mở hoặc được phép chạy nền. Trong nhiều trường hợp thực tế, người dùng có thể đóng tab web hoặc trình duyệt tạm thời — khiến việc cảnh báo không còn hiệu quả. Để giải quyết vấn đề này, nhóm sử dụng Electron như một ứng dụng chạy cục bộ trên máy tính người dùng. Với Electron, thông báo có thể được hiển thị dưới dạng popup (thông báo nổi) ngay cả khi trình duyệt đã bị đóng. Điều này đảm bảo rằng các cảnh báo quan trọng như mất kết nối thiết bị, vượt ngưỡng điện áp, hoặc lỗi hệ thống sẽ không bị bỏ sót. Việc đưa thông báo ra khỏi giới hạn của trình duyệt giúp tăng độ tin cậy và tính chủ động trong giám sát.

3.9.2. Lưu đồ thuật toán

Trong dự án, nhóm sử dụng Electron để hiển thị cảnh báo nền một cách trực quan và hiệu quả. Lưu đồ thuật toán Hình 3.34 cho thấy hệ thống hoạt động bằng cách liên tục gửi các yêu cầu đến API /check-abnormal để kiểm tra trạng thái bất thường của các thiết bị. Khi phát hiện thiết bị có trạng thái cảnh báo (status = 1), hệ thống sẽ kiểm tra xem đã hiển thị cảnh báo trong vòng 10 phút qua chưa để tránh làm phiền người dùng. Nếu chưa, hệ thống sẽ phát ra âm thanh cảnh báo và hiển thị cửa sổ nổi chứa thông tin thiết bị bị lỗi và link qua html hiển thị chi tiết cảnh báo.

3.10. Tổng kết 3

Chương 3 đã trình bày chi tiết cách hệ thống phần mềm của EMS được thiết kế và phát triển để đảm nhận vai trò trung tâm trong quá trình giám sát và quản lý năng lượng điện tại kho hàng DaNa Logistics. Thông qua các thành phần như server backend, cơ sở dữ liệu MySQL và giao diện SCADA xây dựng bằng HTML – CSS. Các thuật toán xử lý dữ liệu, các API, cùng các quy trình lưu trữ, truy xuất, cảnh báo và hiển thị thông tin đều được xây dựng theo hướng tối ưu cho thời gian thực, đảm bảo hệ thống có thể phản ứng kịp thời với các sự kiện bất thường và cung cấp dữ liệu minh bạch cho người dùng. Điểm nổi bật trong chương này không chỉ nằm ở khả năng thu thập và hiển thị dữ liệu đo lường, mà còn thể hiện qua việc hệ thống có thể tự động phát hiện và cảnh báo các sự cố như quá dòng, sụt áp hoặc mất kết nối, đồng thời lưu lại lịch sử sự kiện và hỗ trợ xuất báo cáo dưới nhiều định dạng. Giao diện SCADA được thiết kế trực quan, dễ thao tác, cho phép theo dõi theo từng khu vực, so sánh theo thời gian, xem lại dữ liệu lịch sử, và thậm chí điều chỉnh ngưỡng cảnh báo trực tiếp. Ngoài ra, các tính năng như phân quyền người dùng, mã hóa dữ liệu, ghi lịch sử thay đổi và gửi thông báo ngoài trình

duyet thông qua Electron đã góp phần nâng cao tính bảo mật và độ tin cậy trong vận hành.

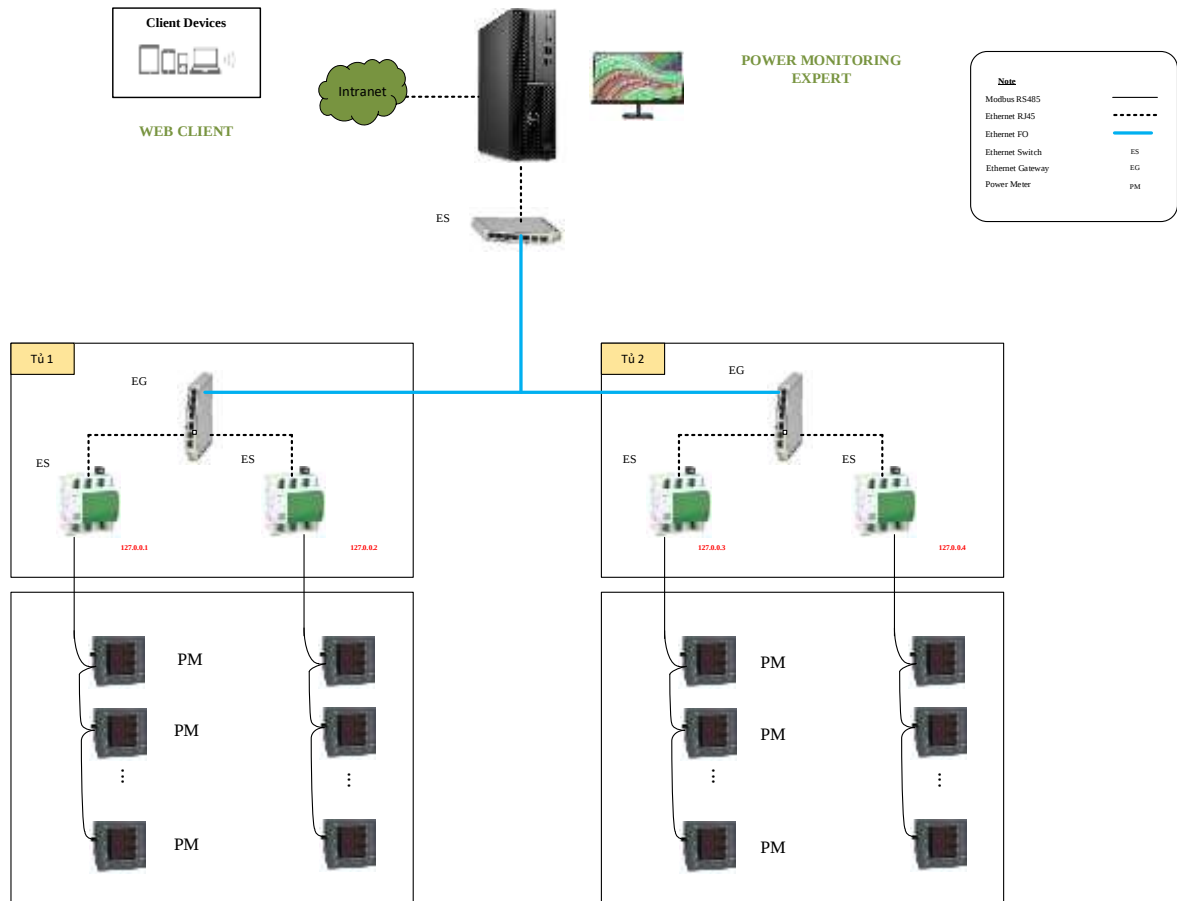
Với những nội dung đã trình bày, chương 3 thể hiện khả năng ứng dụng của phần mềm trong hệ thống kho vận thực tế. Đây là cơ sở để bước sang giai đoạn kiểm thử và đánh giá hệ thống trong chương tiếp theo, nơi các chức năng sẽ được kiểm nghiệm nhằm đo lường mức độ hiệu quả, độ chính xác và độ ổn định của toàn bộ hệ thống EMS.

Chương 4: ĐÁNH GIÁ VÀ KIỂM NGHIỆM

4.1. Kiểm nghiệm với thiết bị thực tế

4.1.1. Kết nối phần cứng demo hệ thống

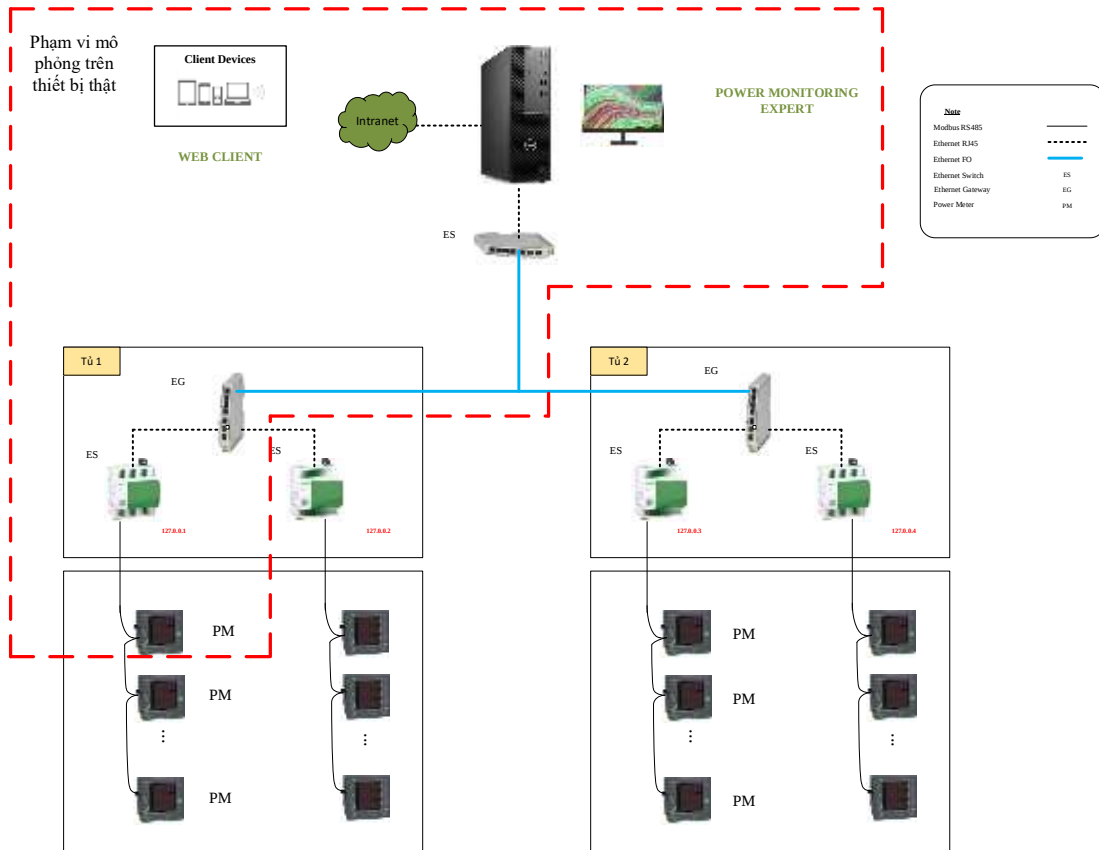
Hệ thống hoàn chỉnh của dự án được mô tả như trong Hình 4.1.



Hình 4.1. Sơ đồ hệ thống của dự án

Để đánh giá khả năng tương thích và độ chính xác của hệ thống, nhóm đã tiến hành kết nối và vận hành thử nghiệm với một thiết bị Power Meter và một Switch thực tế, được minh họa trong Hình 4.3. Sơ đồ khối phần cứng, được trình bày chi tiết ở sơ đồ khối Hình 4.2 và thiết bị Hình 4.3, mô tả cách thiết bị Power Meter kết nối với switch mạng công nghiệp thông qua dây RJ45 theo giao thức Modbus TCP/IP, tạo thành nền tảng giao tiếp ổn định. Từ switch mạng, kết nối tiếp tục được thiết lập đến máy tính cài đặt phần mềm giám sát, cũng sử dụng giao thức Modbus TCP/IP, cho phép máy tính đọc dữ liệu từ Power Meter một cách hiệu quả qua trung gian switch. Để đảm bảo sự

giao tiếp tron tru giữa các thiết bị, tất cả đều được cấu hình chung trong cùng một lớp mạng, tối ưu hóa quá trình truyền tải và xử lý dữ liệu.



Hình 4.2. Phạm vi mô phỏng của thiết bị thật

Phần cứng demo được kết nối như sau:



Hình 4.3. Kết nối phần cứng demo hệ thống

Để kiểm tra kết nối có thành công hay không thì ta vào Google Chrome và nhập IP mặc định của Power Meter là 192.168.0.10 lên thanh tìm kiếm. Nếu kết nối thành công thì sẽ xuất hiện 1 trang web chứa các thông tin của thiết bị như các giá trị tức thời, chi tiết về các thanh ghi lưu trữ dữ liệu, trạng thái của thiết bị,...



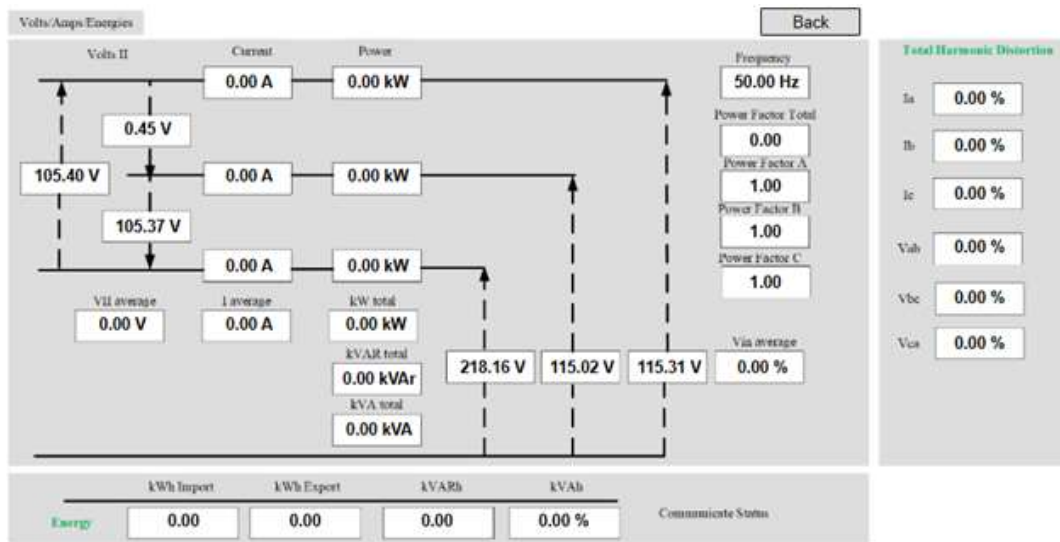
Hình 4.4. Thông số đọc trên HMI đi kèm với power meter (1)



Hình 4.5. Thông số đọc trên HMI đi kèm với power meter (2)

Từ giao diện mặc định của hãng sản xuất, có thể dễ dàng quan sát các thông số điện như điện áp, dòng điện, công suất... được hiển thị trực tiếp trên trình duyệt web. Dựa trên cùng nguồn dữ liệu đó, hệ thống HMI do nhóm phát triển đã tiến hành thu thập, xử lý và hiển thị lại các thông số một cách trực quan. Hình ảnh dưới đây minh họa thông số được hiển thị trực tiếp trên giao diện HMI, cho thấy khả năng kết nối và đồng bộ dữ liệu chính xác với thiết bị thực tế.

Việc kiểm nghiệm hệ thống với thiết bị Power Meter thực tế đã mang lại cơ hội xác minh độ chính xác và khả năng vận hành ổn định của toàn bộ hệ thống sau giai đoạn thiết kế. Dựa trên các hình ảnh thực tế từ Hình 4.4 đến Hình 4.6, có thể quan sát rõ ràng rằng các thông số như điện áp, dòng điện và công suất hiển thị trên giao diện HMI do nhóm phát triển gần như đồng nhất với thông số từ trang cấu hình mặc định của thiết bị. Điều này không chỉ chứng minh hệ thống đã thiết lập thành công giao tiếp Modbus TCP/IP một cách chuẩn xác mà còn xác nhận quy trình thu thập và xử lý dữ liệu đang hoạt động ổn định.



Hình 4.6. Thông số đọc được trên HMI của nhóm tự thiết kế

Qua quá trình kiểm nghiệm, kết quả này khá quan trọng khi hệ thống có thể kết nối và làm việc với một thiết bị Power Meter thật, cho thấy tiềm năng để ứng dụng trong thực tế tại các kho hàng công nghiệp. Dù hiện tại chỉ thử nghiệm với một đồng hồ đo trong khi kho vận có hơn 40 thiết bị, việc này vẫn mở ra khả năng tích hợp với nhiều thiết bị hơn trong tương lai. Kết quả thử nghiệm ban đầu này cũng gợi ý rằng hệ thống có thể hoạt động tốt khi thử nghiệm thiết bị thực tế, đặc biệt nếu được mở rộng và cải tiến thêm. Đây là một bước khởi đầu hứa hẹn, tạo cơ sở để phát triển giải pháp quản lý năng lượng ứng dụng cho các kho hàng trong điều kiện làm việc thực sự.

4.2. Phần mềm mô phỏng giá trị của thiết bị đo

Modbus Slave là phần mềm được phát triển bởi Witte Software, cho phép mô phỏng một hoặc nhiều thiết bị Modbus RTU hoặc Modbus TCP với các thanh ghi dữ liệu tùy chỉnh. Người dùng có thể tạo các vùng dữ liệu như Input Register, Holding Register, Coils hoặc Discrete Inputs, sau đó điền giá trị trực tiếp để mô phỏng trạng thái của cảm biến, công tơ điện, hoặc thiết bị công nghiệp. Phần mềm cũng hỗ trợ thay đổi giá trị theo thời gian để mô phỏng tín hiệu động, giúp kiểm tra khả năng ghi nhận dữ liệu và cập nhật thời gian thực của hệ thống EMS.

Trong đồ án, Modbus Slave đóng vai trò là thiết bị Modbus TCP server, trong khi hệ thống EMS đóng vai trò client, thực hiện đọc dữ liệu từ các địa chỉ thanh ghi đã định nghĩa. Nhờ có phần mềm này, quá trình lập trình, kiểm thử và hiển thị dữ liệu Modbus diễn ra thuận lợi mà không cần kết nối thiết bị thật, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí.

Bên cạnh đó, Modbus Slave cung cấp giao diện trực quan, dễ sử dụng, cho phép theo dõi các kết nối client đang hoạt động, lịch sử truy cập, và cập nhật giá trị theo thời

gian thực. Đây là công cụ hữu ích không chỉ trong môi trường học tập, mà còn trong nghiên cứu, phát triển và kiểm thử các hệ thống công nghiệp sử dụng giao thức Modbus.

4.3. Kiểm nghiệm các tính năng trên Dashboard

4.3.1. Màn hình Login



Hình 4.7. Giao diện màn hình Login

Màn hình login thực hiện được tính năng đăng nhập với phân quyền người dùng, tính năng ẩn hiện mật khẩu có hoạt động.

4.3.2. Tính năng không cho phép thao tác ở một số tính năng yêu cầu cấp quyền



Hình 4.8. Tính năng không cho phép thao tác ở một số tính năng yêu cầu cấp quyền

Khi truy cập vào một số tính năng bị giới hạn quyền truy cập sẽ hiện thông báo nhắc nhở như Hình 4.8. Nếu không chủ động thoát ra thì cũng sẽ bị tự động thoát ra.

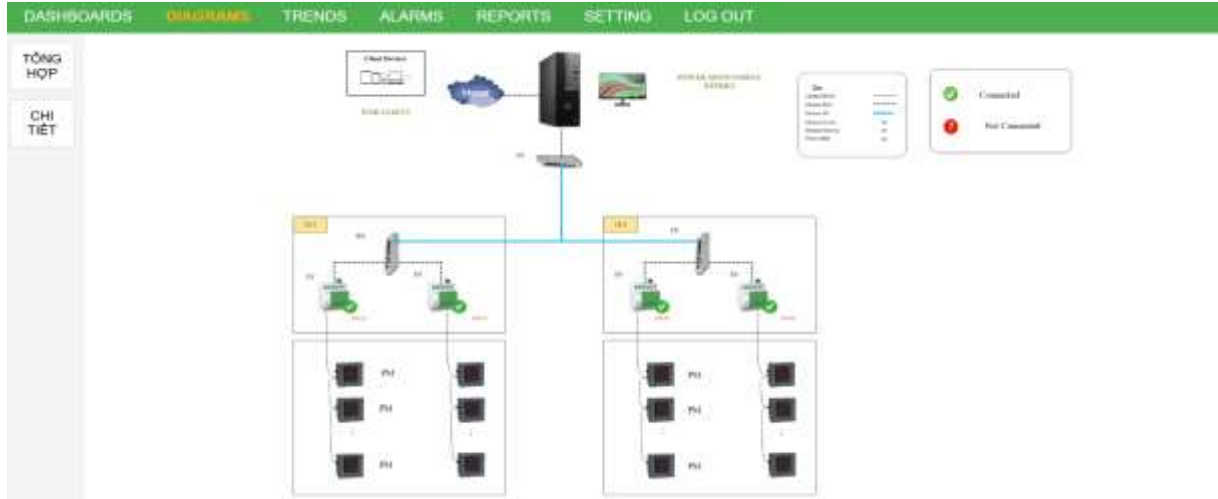
4.3.3. Trung tâm thông báo ngoài trình duyệt



Hình 4.9. Trung tâm thông báo ngoài trình duyệt

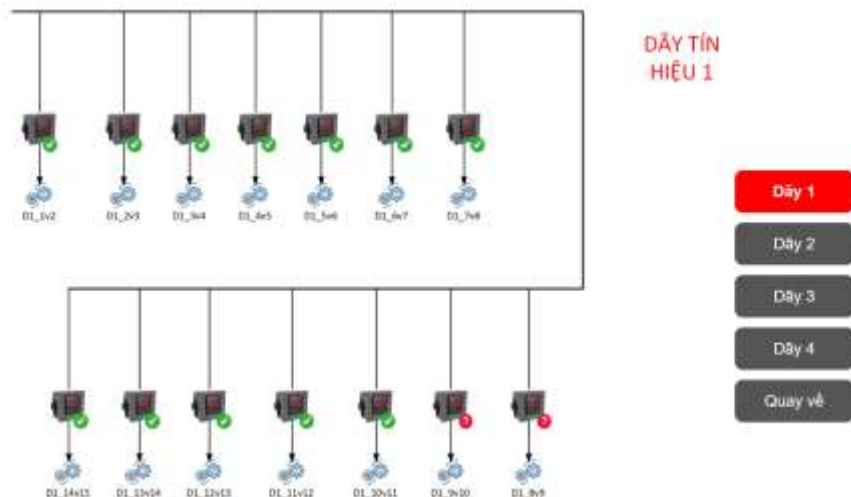
Trung tâm thông báo ngoài trình duyệt cho phép hiện thông báo kèm âm thanh kể cả khi không mở Html bằng sự hỗ trợ từ thư viện Electron. Thông báo nổi này sẽ hiển thị lên cửa sổ trên cùng với nội dung như Hình 4.9.

4.3.4. Giao diện sơ đồ kết nối phần cứng



Hình 4.10. Giao diện sơ đồ kết nối phần cứng

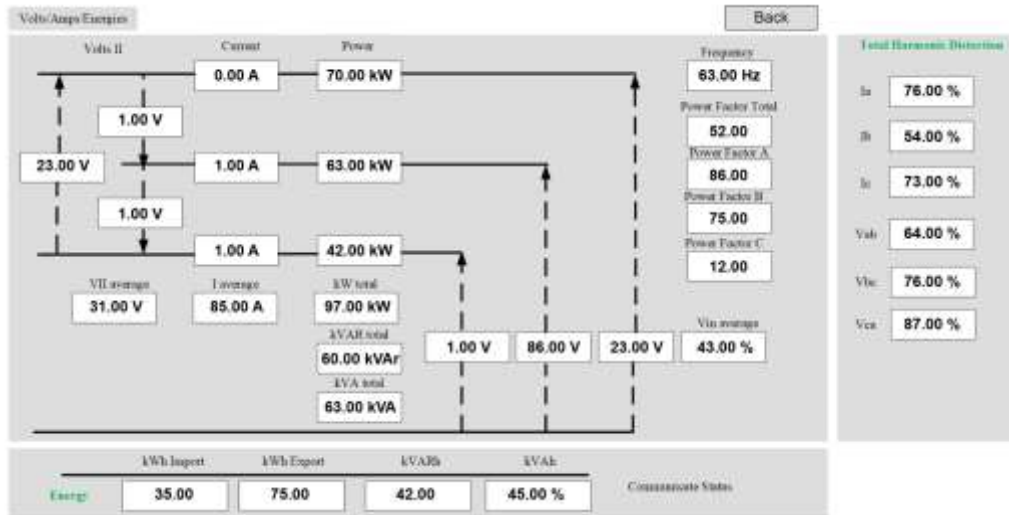
Kết quả kiểm nghiệm giao diện sơ đồ kết nối phần cứng như Hình 4.10, cung cấp thông tin chi tiết về cách thức các thiết bị đo được liên kết trong hệ thống. Ngoài ra, hệ thống còn hỗ trợ tính năng kiểm tra kết nối, giúp xác nhận sự liên thông giữa các thiết bị đo và phần mềm giám sát, đảm bảo dữ liệu được truyền tải chính xác và giúp kỹ thuật viên dễ dàng kiểm tra và xử lý sự cố khi cần thiết.



Hình 4.11. Sơ đồ chi tiết kết nối các đồng hồ

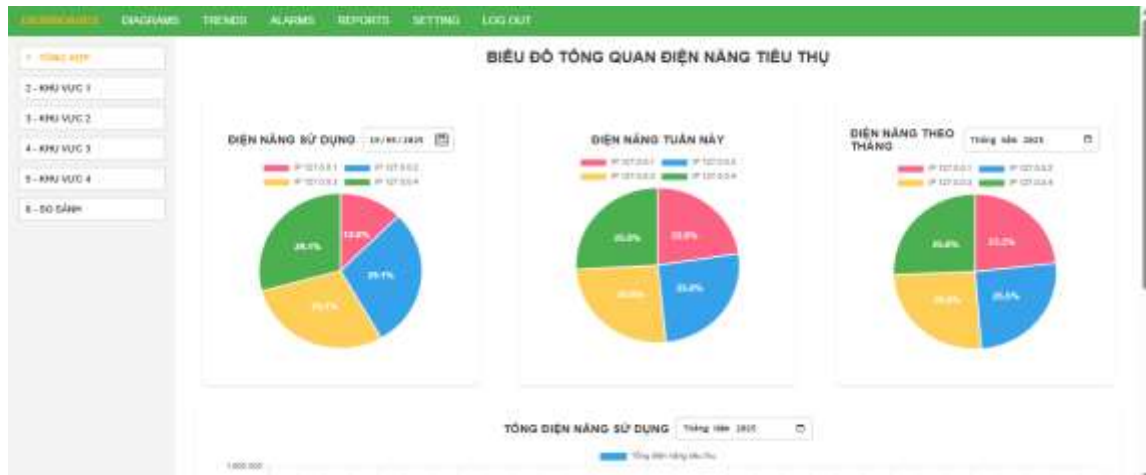
Ngoài việc mô phỏng kết nối vật lý giữa các thiết bị, ta còn có sơ đồ chi tiết từng dây tín hiệu (Hình 4.11) được thiết kế để hỗ trợ quan sát trực quan trạng thái kết nối của

từng thiết bị trong hệ thống. Nhờ tích hợp tính năng tương tác, người dùng có thể nhấn vào từng biểu tượng thiết bị trên sơ đồ để quan sát các thông tin chi tiết như thông số kỹ thuật của đồng hồ, từ đó hỗ trợ hiệu quả cho công tác giám sát và xử lý sự cố tại từng khu vực. Khi nhấn vào các power meter sẽ xem được các thông số chi tiết như trong Hình 4.12



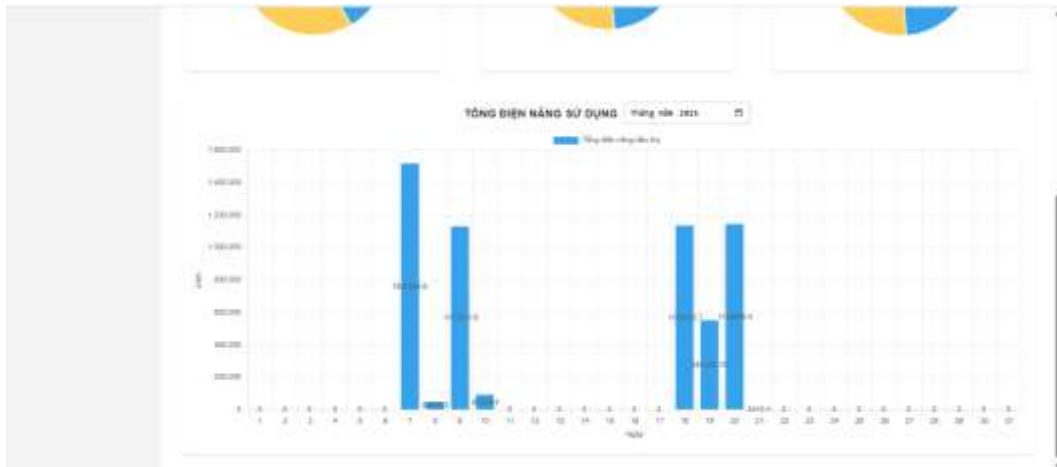
Hình 4.12. Chi tiết thông số đo các đồng hồ

4.3.5. Hiện thị biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của tất cả khu vực



Hình 4.13. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của tất cả khu vực (1)

Để hỗ trợ người vận hành theo dõi và phân tích mức tiêu thụ điện năng một cách trực quan, hệ thống cung cấp giao diện biểu đồ tổng quan thể hiện tổng lượng điện năng tiêu thụ của tất cả các khu vực trong hệ thống (Hình 4.13). Các biểu đồ được thiết kế dưới dạng cột và tròn, cho phép người dùng dễ dàng so sánh tỷ lệ và khối lượng tiêu thụ giữa các khu vực theo từng khoảng thời gian, từ đó đưa ra đánh giá và định hướng tối ưu hóa sử dụng năng lượng.



Hình 4.14. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của tất cả khu vực (2)

Sự xuất hiện của các biểu đồ tổng quan trong Hình 4.13 và Hình 4.14 là minh chứng trực quan cho việc hệ thống không chỉ thu thập được dữ liệu từ nhiều thiết bị đo khác nhau mà còn có thể tổng hợp và hiển thị một cách khoa học. Các cột dữ liệu được mã hóa màu sắc rõ ràng, phản ánh mức độ tiêu thụ tại từng khu vực. Việc các biểu đồ có thể hiển thị tương tác theo ngày, tuần, tháng cũng khẳng định rằng backend đã xử lý và phân loại dữ liệu chính xác theo thời gian thực. Đây là điểm đáng ghi nhận vì dữ liệu điện năng có tính liên tục và khối lượng lớn, nếu không có cơ chế tổ chức hiệu quả từ phần mềm, các biểu đồ này sẽ không thể dựng thành công hoặc dễ gây sai lệch trong đánh giá. Vì vậy, kết quả hiển thị biểu đồ ở đây không chỉ là thành phẩm của phần mềm, mà còn là bằng chứng cho thấy toàn bộ quy trình đo lường – truyền dẫn – lưu trữ – xử lý dữ liệu đã hoạt động chính xác và hiệu quả như kỳ vọng.

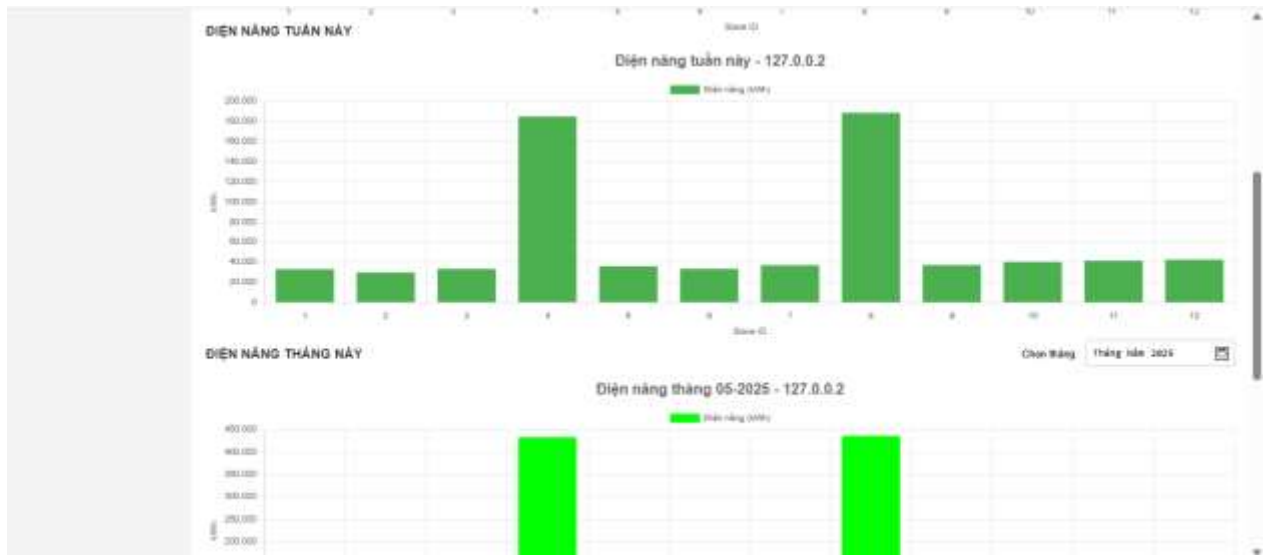
4.3.6. *Hiện thị biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của từng khu vực*



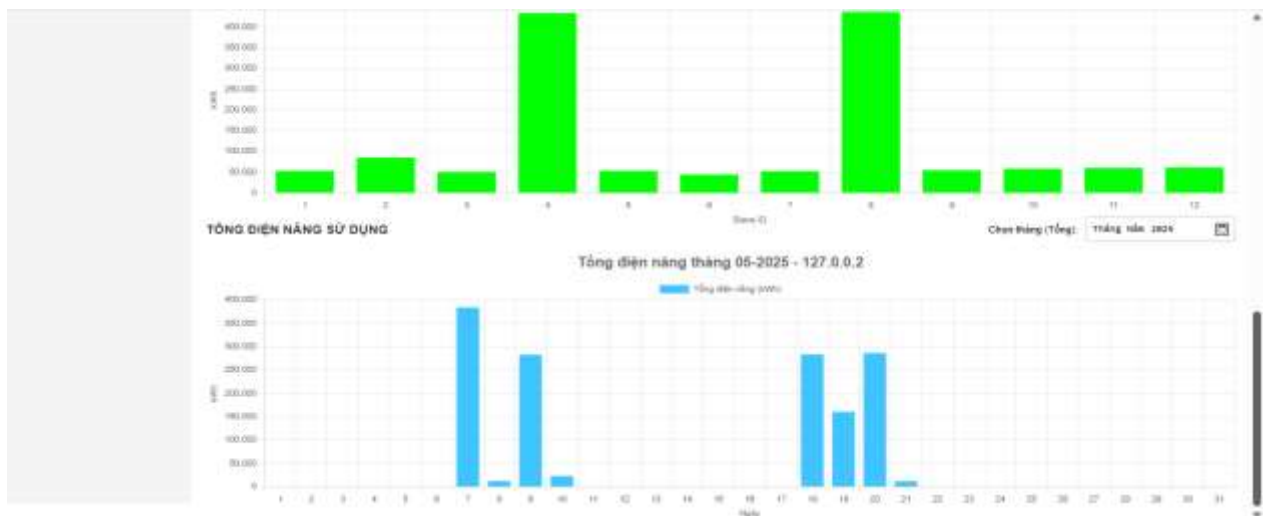
Hình 4.15. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của từng khu vực (1)

Bên cạnh việc cung cấp cái nhìn tổng thể cho toàn hệ thống, phần mềm còn hỗ trợ giao diện hiển thị biểu đồ chi tiết mức tiêu thụ điện năng theo từng khu vực riêng lẻ.

Người dùng có thể lựa chọn các khoảng thời gian tùy ý (theo ngày, tuần, tháng...) để theo dõi xu hướng sử dụng điện tại từng khu vực cụ thể. Giao diện biểu đồ dạng cột giúp trực quan hóa dữ liệu, hỗ trợ so sánh theo thời gian và phát hiện bất thường trong tiêu thụ điện một cách hiệu quả.



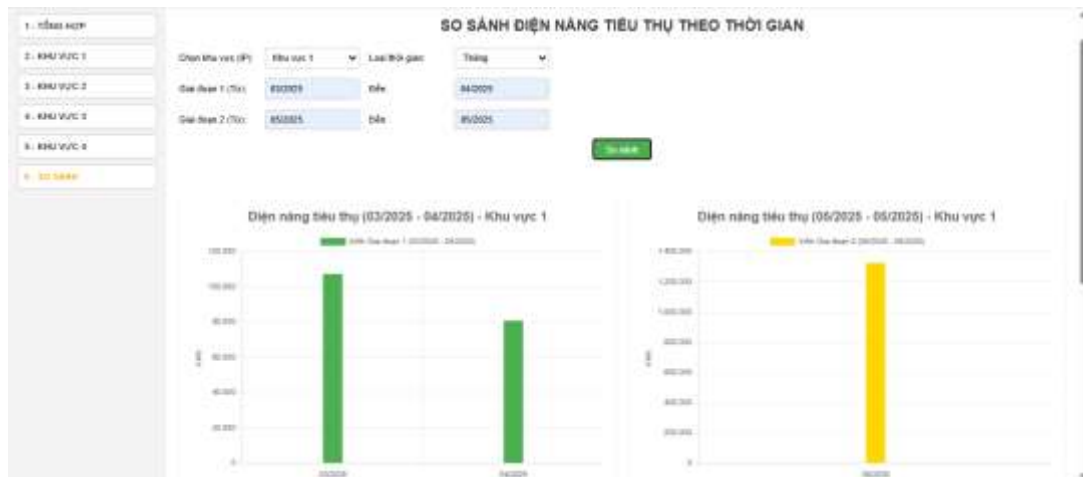
Hình 4.16. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của từng khu vực (2)



Hình 4.17. Biểu đồ tổng quan điện năng tiêu thụ của từng khu vực (3)

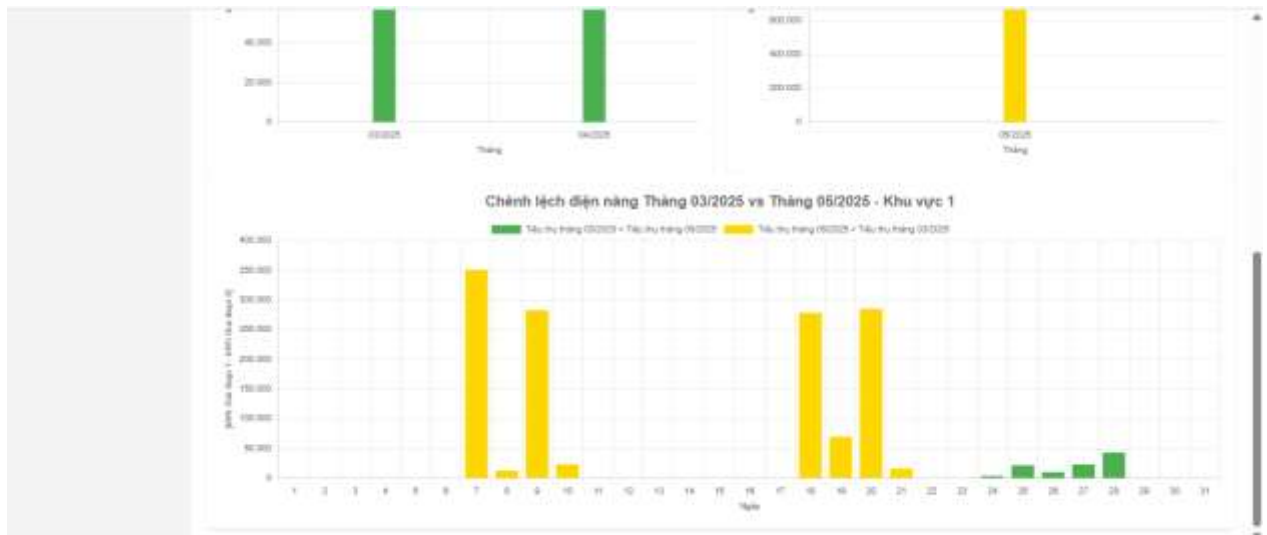
4.3.7. **Hiển thị các biểu đồ so sánh điện năng tiêu thụ cùng khu vực theo thời gian**

Để đánh giá xu hướng sử dụng điện và phát hiện sự thay đổi bất thường trong cùng một khu vực theo thời gian, hệ thống cung cấp giao diện biểu đồ so sánh mức tiêu thụ điện năng theo từng khoảng thời gian tùy chọn. Các biểu đồ dạng cột thể hiện rõ sự biến động tiêu thụ điện của từng khu vực giữa các mốc thời gian khác nhau (theo ngày, tuần, tháng...), từ đó hỗ trợ người dùng đưa ra các quyết định điều chỉnh vận hành hoặc tối ưu hóa hiệu suất sử dụng năng lượng.



Hình 4.18. Biểu đồ so sánh điện năng tiêu thụ cùng khu vực theo thời gian (1)

Những biểu đồ so sánh như thể hiện ở Hình 4.18 và Hình 4.19 có vai trò quan trọng trong đánh giá chất lượng vận hành của EMS ở cấp độ giám sát theo chu kỳ. Khi hai giai đoạn được so sánh trên cùng một khung biểu đồ, sự khác biệt rõ ràng về mức tiêu thụ điện cho thấy rằng hệ thống đã trích xuất dữ liệu đúng theo logic thời gian, đồng thời duy trì tính toàn vẹn của dữ liệu trong quá trình xử lý. Không có hiện tượng trùng lặp, sai lệch thời gian hay sai tỷ lệ, điều đó phản ánh khả năng truy vấn dữ liệu chính xác từ cơ sở dữ liệu MySQL và cấu trúc API được lập trình chặt chẽ.



Hình 4.19. Biểu đồ so sánh điện năng tiêu thụ cùng khu vực theo thời gian (2)

Về mặt chức năng, các biểu đồ này thể hiện rõ khả năng phục vụ phân tích vận hành trong thực tế, giúp người dùng nhanh chóng nhận diện biến động tiêu thụ năng lượng và đưa ra quyết định điều chỉnh hợp lý. Kết quả đạt được không thể tồn tại nếu phần mềm không đảm bảo tốc độ phản hồi và sự chính xác trong truy vấn, càng củng cố niềm tin rằng hệ thống đang vận hành với chất lượng đạt yêu cầu.

4.3.8. Hiển thị các cảnh báo

Location	Date	Start Time	Duration Time	Severity
modbus_data_127_0_0_1_10	08-05-2025	08:28:08	1 phút	Nhẹ
modbus_data_127_0_0_1_1	08-05-2025	08:27:58	1 phút 10 giây	Nhẹ
modbus_data_127_0_0_1_1	08-05-2025	08:04:32	1 phút	Nhẹ
modbus_data_127_0_0_1_1	08-05-2025	08:08:42	20 giây	Nhẹ

Hình 4.20. Chức năng cảnh báo quá dòng

Để đảm bảo hệ thống vận hành an toàn và liên tục, phần mềm được tích hợp chức năng cảnh báo theo thời gian thực, giúp người dùng nhanh chóng phát hiện và xử lý các sự cố điện. Giao diện cảnh báo được trình bày dưới dạng bảng, thể hiện đầy đủ thông tin về các sự kiện như quá dòng, sụt áp hoặc mất kết nối. Mỗi cảnh báo đều hiển thị rõ vị trí xảy ra sự cố, ngày và thời điểm bắt đầu, thời gian kéo dài của sự cố, cùng với mức độ nghiêm trọng, giúp kỹ thuật viên dễ dàng đánh giá mức độ ảnh hưởng và đưa ra phương án xử lý kịp thời.

Location	Date	Start Time	Duration Time	Severity
modbus_data_127_0_0_2_7	08-05-2025	08:34:09	1 phút 30 giây	Nhẹ
modbus_data_127_0_0_2_8	08-05-2025	08:33:59	1 phút 40 giây	Nghiêm trọng
modbus_data_127_0_0_1_10	08-05-2025	08:32:29	50 giây	Nhẹ
modbus_data_127_0_0_1_1	08-05-2025	08:32:19	50 giây	Nhẹ
modbus_data_127_0_0_2_3	07-05-2025	16:53:53	7 phút 50 giây	Nhẹ
modbus_data_127_0_0_1_2	07-05-2025	16:34:57	50 giây	Nghiêm trọng
modbus_data_127_0_0_2_3	07-05-2025	16:26:26	20 giây	Nhẹ

Hình 4.21. Chức năng cảnh báo sụt áp

Các kết quả mô phỏng sự cố từ Hình 4.20 đến Hình 4.22 mang ý nghĩa then chốt trong chứng minh khả năng phản ứng thời gian thực của hệ thống. Tại thời điểm cảnh báo được ghi nhận, hệ thống không chỉ hiển thị vị trí, thời gian và mức độ nghiêm trọng mà còn lưu lại thông tin này để truy xuất sau. Đặc điểm đáng chú ý là mức độ chi tiết và chính xác trong từng dòng cảnh báo, cho thấy rằng các thuật toán giám sát giá trị ngưỡng đã hoạt động một cách liên tục và ổn định.

Location	Date	Start Time	Duration Time
127.0.0.1_1	8/4/2025	11:01:16	5 giây
127.0.0.1_2	8/4/2025	11:01:16	5 giây
127.0.0.1_3	8/4/2025	11:01:16	5 giây
127.0.0.1_1	12/4/2025	20:33:48	31 giây
127.0.0.1_2	12/4/2025	20:33:48	31 giây
127.0.0.1_3	12/4/2025	20:33:48	31 giây
127.0.0.1_1	14/4/2025	21:59:57	1 phút 35 giây
127.0.0.1_2	14/4/2025	21:59:57	1 phút 35 giây
127.0.0.1_3	14/4/2025	21:59:57	1 phút 35 giây
127.0.0.2_1	14/4/2025	21:59:57	1 phút 35 giây
127.0.0.2_2	14/4/2025	21:59:57	1 phút 35 giây
127.0.0.2_3	14/4/2025	21:59:57	1 phút 35 giây

Hình 4.22. Chức năng cảnh báo mất kết nối

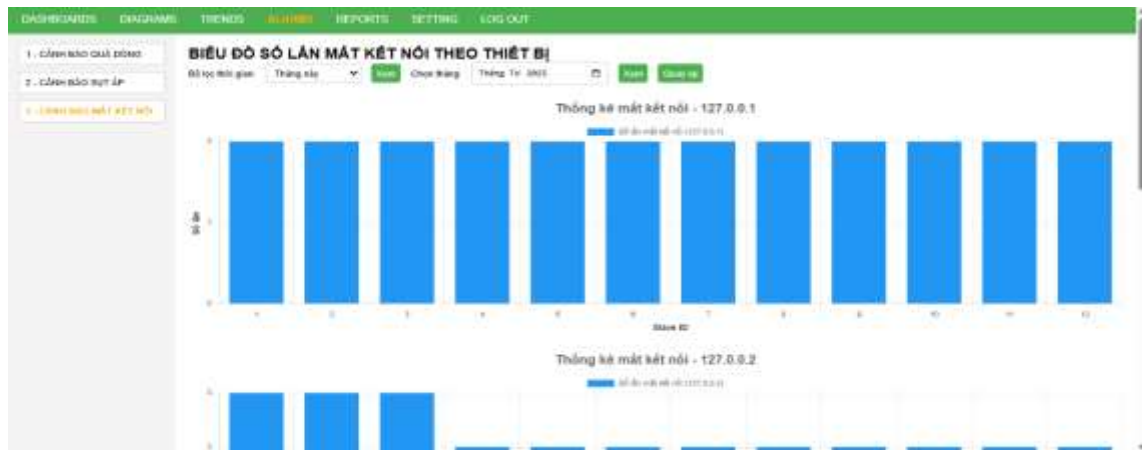
Bất kỳ sự trễ hoặc gián đoạn nào trong quá trình truyền dữ liệu đều có thể gây ra sai lệch hoặc mất cảnh báo, nhưng ở đây thông qua quá trình kiểm nghiệm nhiều lần thì có thể xác định được không xuất hiện tình trạng đó. Các cảnh báo không chỉ tồn tại ở mức thông tin hiển thị mà còn đóng vai trò là bằng chứng kiểm nghiệm cho sự thành công của toàn bộ cấu trúc hệ thống.

4.3.9. Biểu đồ số lần mất kết nối, quá dòng và sụt áp theo thiết bị

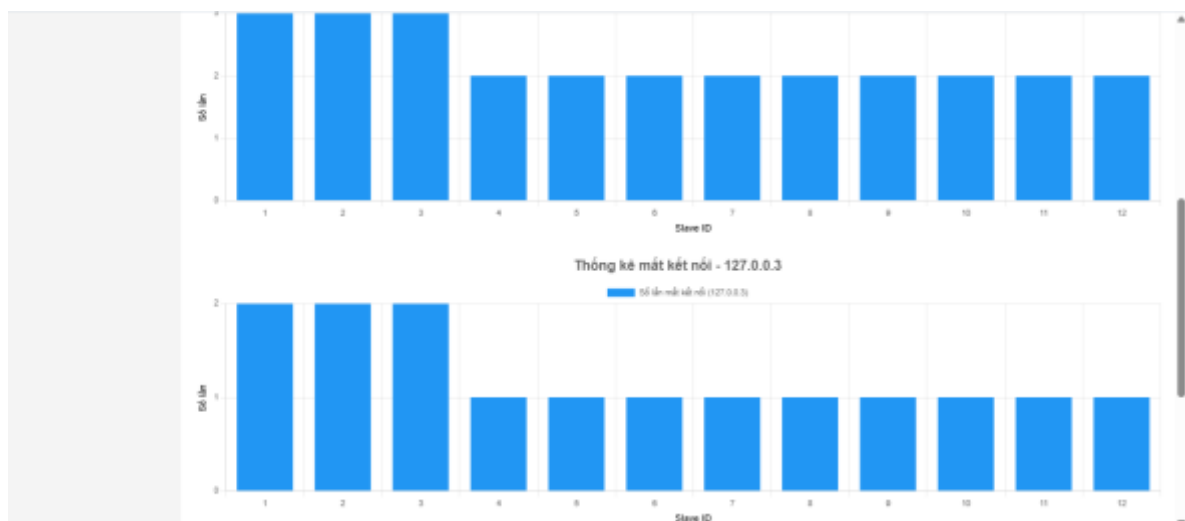


Hình 4.23. Biểu đồ số lần quá dòng theo thiết bị

Nhằm hỗ trợ việc giám sát độ ổn định của hệ thống và phát hiện các thiết bị có tần suất sự cố cao, phần mềm cung cấp biểu đồ thống kê số lần mất kết nối, số lần quá dòng, số lần sụt áp theo từng thiết bị. Người dùng có thể tùy chọn khoảng thời gian cần theo dõi để đánh giá tình trạng hoạt động trong từng giai đoạn cụ thể. Thông qua biểu đồ dạng cột, các thiết bị gặp sự cố sẽ được hiển thị rõ ràng, giúp kỹ thuật viên chủ động kiểm tra, bảo trì và có phương án khắc phục kịp thời nhằm giảm thiểu rủi ro vận hành.



Hình 4.24. Biểu đồ số lần mắt kết nối (1)



Hình 4.25. Biểu đồ số lần mắt kết nối (2)



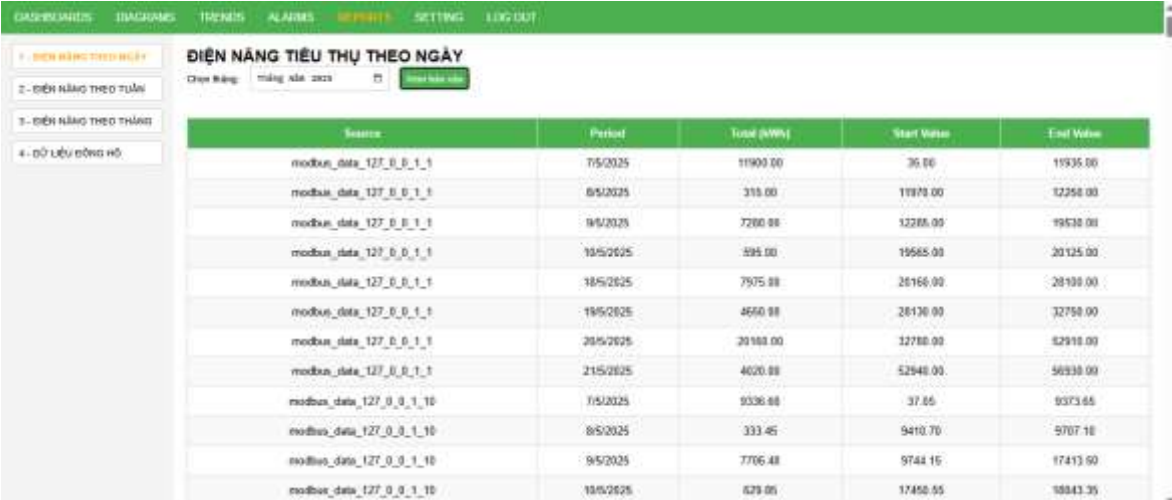
Hình 4.26. Biểu đồ số lần sụt áp

Trong các biểu đồ thống kê lỗi theo thiết bị như Hình 4.23 đến Hình 4.26, sự phân tách rõ ràng số lần lỗi theo từng loại và từng địa chỉ thiết bị cho thấy hệ thống đã phân loại dữ liệu đúng với định danh phân cứng. Cần nhấn mạnh rằng việc định danh này

không chỉ là gán nhãn đơn giản, mà đòi hỏi sự tương thích chính xác giữa cấu trúc dữ liệu đo và cấu hình thiết bị trong hệ thống thực. Các lỗi mất kết nối hay cảnh báo quá dòng đều có đặc điểm phát sinh ngẫu nhiên, nếu hệ thống không đảm bảo tính liên tục trong lưu trữ, thì các thống kê này sẽ thiếu chính xác hoặc có sai số lớn. Nhưng ở đây, dữ liệu được hiển thị mạch lạc, chính xác theo từng thiết bị, từng chu kỳ, chứng minh năng lực theo dõi và truy xuất sự kiện theo thời gian dài của hệ thống đã được bảo đảm.

4.3.10. Hiển thị báo cáo năng lượng tiêu thụ của từng thiết bị theo ngày

Để phục vụ cho công tác theo dõi chi tiết và lập kế hoạch kiểm soát tiêu thụ điện năng, hệ thống cung cấp báo cáo năng lượng tiêu thụ theo ngày của từng thiết bị. Giao diện hiển thị dưới dạng bảng, thể hiện đầy đủ các thông tin như vị trí thiết bị, ngày ghi nhận, giá trị điện năng tại thời điểm đầu ngày, cuối ngày và tổng năng lượng tiêu thụ trong ngày. Với cấu trúc rõ ràng, báo cáo này giúp người dùng dễ dàng tra cứu, đối chiếu và phân tích dữ liệu theo từng thiết bị, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý năng lượng.



Source	Period	Total (kWh)	Start Value	End Value
modbus_data_127_0_0_1	7/5/2025	11900.00	35.00	11935.00
modbus_data_127_0_0_1	8/5/2025	315.00	11970.00	12285.00
modbus_data_127_0_0_1	9/5/2025	7200.00	12285.00	19485.00
modbus_data_127_0_0_1	10/5/2025	595.00	19580.00	20175.00
modbus_data_127_0_0_1	18/5/2025	7975.00	20160.00	28135.00
modbus_data_127_0_0_1	19/5/2025	4660.00	28130.00	32790.00
modbus_data_127_0_0_1	20/5/2025	20100.00	32780.00	52880.00
modbus_data_127_0_0_1	21/5/2025	4020.00	52940.00	56960.00
modbus_data_127_0_0_1_10	7/5/2025	9336.00	37.00	9373.00
modbus_data_127_0_0_1_10	8/5/2025	333.00	9410.70	9707.10
modbus_data_127_0_0_1_10	9/5/2025	7706.48	9744.15	17450.63
modbus_data_127_0_0_1_10	10/5/2025	629.00	17450.65	18079.65

Hình 4.27. Hiển thị báo cáo năng lượng tiêu thụ của từng thiết bị theo ngày (1)

Việc hệ thống có thể hiển thị báo cáo năng lượng tiêu thụ theo từng thiết bị và theo từng ngày, như minh họa trong Hình 4.26 và Hình 4.27, là minh chứng thuyết phục cho thấy chuỗi dữ liệu đã được hệ thống xử lý một cách nhất quán, ổn định và chính xác từ đầu đến cuối. Tại thời điểm này, người dùng không còn chỉ nhìn thấy các chỉ số đo tức thời hay biểu đồ trực quan theo thời gian, mà có thể truy xuất, tổng hợp và kiểm tra chính xác giá trị điện năng đầu ngày, cuối ngày, cũng như tổng mức tiêu thụ cho từng thiết bị đo. Dữ liệu này được trích xuất trực tiếp từ cơ sở dữ liệu MySQL – nơi lưu trữ liên tục các bản ghi điện năng theo thời gian thực – và phản ánh đúng logic vận hành thực tế: mỗi thiết bị đo đều có chu kỳ ghi dữ liệu định kỳ, và hệ thống cần đảm bảo không có sai lệch dù là nhỏ nhất trong việc lấy giá trị đầu – cuối của mỗi ngày.

median_data_127_8_0_4_8	8/5/2025	4544.90	13184.88	130182.88
median_data_127_8_0_4_8	9/5/2025	187320.00	156788.88	242528.88
median_data_127_8_0_4_8	10/5/2025	8772.90	243836.88	251282.88
median_data_127_8_0_4_8	10/5/2025	187844.00	251888.88	359136.88
median_data_127_8_0_4_8	10/5/2025	9468.88	359652.88	413744.88
median_data_127_8_0_4_8	20/5/2025	25636.88	413782.88	435288.88
median_data_127_8_0_4_8	21/5/2025	8854.90	436218.88	444334.88
median_data_127_8_0_4_8	7/5/2025	8884.90	36.85	9128.65
median_data_127_8_0_4_8	8/5/2025	324.46	9156.78	9445.18
median_data_127_8_0_4_8	9/5/2025	7458.40	9481.15	16943.50
median_data_127_8_0_4_8	10/5/2025	612.85	16979.55	17595.35
median_data_127_8_0_4_8	10/5/2025	7490.40	17592.40	35054.75
median_data_127_8_0_4_8	10/5/2025	5490.70	25098.80	38554.45
median_data_127_8_0_4_8	20/5/2025	23553.68	39589.50	54108.85
median_data_127_8_0_4_8	21/5/2025	4491.85	54143.10	58709.70

Hình 4.28. Hiện thị báo cáo năng lượng tiêu thụ của từng thiết bị theo ngày (2)

Sự chính xác của các báo cáo thể hiện ở hai khía cạnh quan trọng. Thứ nhất, giá trị điện năng tính toán trong từng ngày không bị âm, không bị trùng lặp, và luôn khớp logic với dữ liệu gốc đã lưu trong cơ sở dữ liệu. Điều đó chứng tỏ hệ thống xử lý không bị rò rỉ dữ liệu, không bỏ sót chu kỳ, và không bị lỗi trong logic truy vấn dữ liệu thời gian. Thứ hai, tốc độ phản hồi của chức năng xem báo cáo là nhanh, các dữ liệu được hiển thị ngay sau khi chọn khoảng thời gian mà không xuất hiện hiện tượng treo giao diện, điều này cho thấy backend và API đã được tối ưu hóa tốt. Trong môi trường thực tế, báo cáo điện năng theo thiết bị thường là đầu ra quan trọng cho kế toán năng lượng, cho giám sát sản xuất và kiểm toán hiệu quả vận hành, nên tính chính xác và độ tin cậy của nó chính là thước đo cuối cùng cho toàn bộ hệ thống EMS.

4.3.11. Cài đặt ngưỡng cảnh báo bất thường (quá dòng, sụt áp dây và sụt áp pha)

DASHBOARD DIAGRAMS TRENDS ALARMS REPORTS SETTING LOG OUT			
CÀI ĐẶT CẢNH BÁO QUÁ DÒNG - Khu vực 1			
Khu vực	Cài đặt cảnh báo báo tại	Mức cảnh báo	Giá trị cảnh báo mới
1	1.5 x (Dòng điện định mức)	Emergency	1.5
1	1.3 x (Dòng điện định mức)	Warning	1.3
1	1.1 x (Dòng điện định mức)	Light	1.1

Hình 4.29. Cài đặt ngưỡng cảnh báo quá dòng

Để đáp ứng yêu cầu giám sát an toàn điện năng trong từng khu vực, hệ thống cho phép người dùng chủ động thiết lập các ngưỡng cảnh báo phù hợp với từng tình huống vận hành (Hình 4.29 đến Hình 4.31). Các ngưỡng này bao gồm cảnh báo quá dòng, sụt

áp dây và sụt áp pha. Giao diện cài đặt hiển thị bảng thông tin chi tiết như khu vực, giá trị cảnh báo hiện tại, mức cảnh báo và giá trị cảnh báo mới, cho phép người quản lý dễ dàng theo dõi và điều chỉnh kịp thời nhằm hạn chế rủi ro.

Khu vực	Giá trị cảnh báo hiện tại	Mức cảnh báo	Cài đặt cảnh báo mới
1	300 V	Emergency	300 V
1	340 V	Serious	340 V
1	360 V	Light	360 V

Hình 4.30. Cài đặt ngưỡng cảnh báo sụt áp dây

Khu vực	Giá trị cảnh báo hiện tại	Mức cảnh báo	Cài đặt cảnh báo mới
1	180 V	Emergency	180 V
1	180 V	Serious	180 V
1	200 V	Light	200 V

Hình 4.31. Cài đặt ngưỡng cảnh báo sụt áp pha

4.3.12. Cài đặt dòng định mức

IP	Slave ID	Giá trị hiện tại	Dòng định mức
127.0.0.1	1	11 A	11 A
127.0.0.1	2	14.5 A	14.5 A
127.0.0.1	3	21 A	21 A
127.0.0.1	4	11 A	11 A
127.0.0.1	5	14.5 A	14.5 A
127.0.0.1	6	21 A	21 A
127.0.0.1	7	11 A	11 A
127.0.0.1	8	14.5 A	14.5 A
127.0.0.1	9	21 A	21 A

Hình 4.32. Cài đặt dòng định mức

Ngoài việc thiết lập ngưỡng cảnh báo, hệ thống cũng cho phép cấu hình dòng điện định mức cho từng thiết bị (Hình 4.32), giúp xác định chính xác các giá trị vượt ngưỡng. Bảng cài đặt bao gồm thông tin địa chỉ IP, Slave ID, giá trị hiện tại và dòng định mức

tương ứng, tạo cơ sở để hệ thống cảnh báo hoạt động chính xác hơn trong các điều kiện vận hành cụ thể.

4.3.13. Lịch sử thay đổi cấu hình hệ thống

Nhằm phục vụ mục tiêu truy vết và kiểm soát thay đổi cấu hình hệ thống, phần mềm cung cấp bảng lịch sử chỉnh sửa (Hình 4.33). Tại đây, người dùng có thể theo dõi chi tiết thời gian thay đổi, biến được chỉnh sửa, giá trị cũ, giá trị mới và người thực hiện thao tác, từ đó đảm bảo tính minh bạch và độ tin cậy trong quá trình vận hành.

DASHBOARD DIAGRAMS TRENDS ALARMS REPORTS SETTINGS LOG OUT					
1 - CẢNH BÁO QUÁ DÒNG	LỊCH SỬ CHỈNH SỬA				
2 - CẢNH BÁO SỤT ÁP DẦY	ID	Thời gian chỉnh sửa	Điểm chỉnh sửa	Giá trị ban đầu	Giá trị chỉnh sửa
3 - CẢNH BÁO SỤT ÁP PHA	10	09:47:54 10/05/2025	rated_current_127.0.0.3_2	14.5	12
4 - CẢNH BÁO DÒNG ĐIỆN BÌNH MỨC	9	09:46:48 10/05/2025	rated_current_127.0.0.1_10	11	10
5 - LỊCH SỬ CHỈNH SỬA	6	16:25:52 07/05/2025	vol_line1_emergency_level	4.5	320
6 - THÊM TÀI KHOẢN MỚI	7	16:25:52 07/05/2025	vol_line1_serious_level	4	340
7 - LỊCH LÀM VIỆC	8	16:25:52 07/05/2025	vol_line1_light_level	3.5	360
8 - ĐỘNG ĐIỆN BẤT THƯỜNG	3	16:25:06 07/05/2025	vol_phase1_emergency_level	4.5	160
9 - THAY ĐỔI MẬT KHẨU	4	16:25:06 07/05/2025	vol_phase1_serious_level	4	180
10 - XÓA TÀI KHOẢN	5	16:25:06 07/05/2025	vol_phase1_light_level	3.5	200
	2	09:38:38 25/04/2025	emergency_level	1.6	1.5
	1	09:38:31 25/04/2025	emergency_level	1.5	1.6

Hình 4.33. Lịch sử thay đổi cài đặt

4.3.14. Quản lý cài đặt người dùng và tài khoản

DASHBOARD DIAGRAMS TRENDS ALARMS REPORTS SETTINGS LOG OUT	
1 - CẢNH BÁO QUÁ DÒNG	TẠO TÀI KHOẢN MỚI (Chỉ dành cho Admin)
2 - CẢNH BÁO SỤT ÁP DẦY	Mật khẩu Admin:
3 - CẢNH BÁO SỤT ÁP PHA	123456 Show
4 - CẢNH BÁO DÒNG ĐIỆN BÌNH MỨC	Email mới:
5 - LỊCH SỬ CHỈNH SỬA	admin
6 - THÊM TÀI KHOẢN MỚI	Mật khẩu mới:
7 - LỊCH LÀM VIỆC	Show
8 - ĐỘNG ĐIỆN BẤT THƯỜNG	Tạo tài khoản
9 - THAY ĐỔI MẬT KHẨU	
10 - XÓA TÀI KHOẢN	

Hình 4.34. Setting thêm tài khoản mới

Hệ thống hỗ trợ các chức năng quản lý người dùng nhằm đảm bảo an toàn bảo mật và phân quyền rõ ràng. Các tùy chọn bao gồm thêm tài khoản mới (Hình 4.34), thay đổi mật khẩu (Hình 4.35) và xóa tài khoản không còn sử dụng (Hình 4.36). Giao diện trực quan giúp người quản lý dễ dàng thực hiện các thao tác quản lý tài khoản mà không làm gián đoạn quá trình vận hành hệ thống.

The screenshot shows the 'THAY ĐỔI MẬT KHẨU' (Change Password) form. On the left is a sidebar menu with 10 items, where item 9 'THAY ĐỔI MẬT KHẨU' is highlighted. The main form area has a title 'THAY ĐỔI MẬT KHẨU' and three input fields: 'Mật khẩu cũ' (Old password), 'Mật khẩu mới' (New password), and 'Nhập lại mật khẩu mới' (Repeat new password). Each field has a 'Show' button to the right. At the bottom is a green button labeled 'Đổi mật khẩu' (Change password).

Hình 4.35. Setting thay đổi mật khẩu

The screenshot shows the 'XÓA TÀI KHOẢN (Chỉ dùng cho Admin)' (Delete Account (Admin only)) form. The sidebar menu is the same as in Figure 4.35, with item 10 'XÓA TÀI KHOẢN' highlighted. The main form area has a title 'XÓA TÀI KHOẢN (Chỉ dùng cho Admin)'. It contains a dropdown menu 'Chọn tài khoản cần xóa:' with the value 'Không có tài khoản user nào' (No user account). Below it is an input field for 'Mật khẩu Admin:' with a 'Hiện' (Show) button. At the bottom is a red button labeled 'Xóa tài khoản' (Delete account).

Hình 4.36. Setting xóa tài khoản

4.3.15. Cài đặt và lịch vận hành hệ thống

The screenshot shows the 'LỊCH LÀM VIỆC' (Work Schedule) form. The sidebar menu is the same, with item 7 'LỊCH LÀM VIỆC' highlighted. The main form area has a title 'LỊCH LÀM VIỆC'. It contains a table for setting work shifts. The table has columns for 'Ca làm Việc' (Work Shift), 'Ngày' (Day), 'Thứ 2' (Mon), 'Thứ 3' (Tue), 'Thứ 4' (Wed), 'Thứ 5' (Thu), 'Thứ 6' (Fri), 'Thứ 7' (Sat), and 'Chủ nhật' (Sun). The rows are for 'Ca 1', 'Ca 2', and 'Ca 3'. Each row has two rows for 'Bắt đầu' (Start) and 'Kết thúc' (End) times. The times are entered in 'h' (hour) and 'm' (minute) format. At the bottom is a green button labeled 'Lưu Lịch Làm việc' (Save Work Schedule).

Ca làm Việc	Ngày	Thứ 2	Thứ 3	Thứ 4	Thứ 5	Thứ 6	Thứ 7	Chủ nhật
Ca 1	Bắt đầu	h m	00 h 00 m	h m	h m	h m	h m	h m
	Kết thúc	h m	00 h 00 m	h m	h m	h m	h m	h m
Ca 2	Bắt đầu	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
	Kết thúc	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
Ca 3	Bắt đầu	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
	Kết thúc	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m

Hình 4.37. Cài đặt lịch làm việc

Để phù hợp với đặc thù hoạt động theo ca/kíp hoặc giờ hành chính, hệ thống cho phép thiết lập lịch làm việc cụ thể (Hình 4.37). Kết hợp với đó, người dùng có thể cấu hình các cảnh báo dòng điện bất thường (Hình 4.38) xảy ra ngoài khung giờ làm việc nhằm phát hiện các hiện tượng bất thường (ví dụ như rò rỉ điện hoặc thiết bị hoạt động không đúng lịch).

SlaveID	Khu vực 1	Khu vực 2	Khu vực 3	Khu vực 4
1	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
2	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
3	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
4	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
5	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
6	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
7	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
8	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
9	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
10	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A
11	1.1 A	1.1 A	1.1 A	1.1 A

Hình 4.38. Cài đặt dòng điện bất thường ngoài giờ làm việc

4.3.16. Đồ thị giá trị đo của đồng hồ theo thời gian



Hình 4.39. Đồ thị giá trị đo theo thời gian

Đồ thị (Hình 4.39) được lấy dữ liệu từ Mysql và vẽ lại, qua kiểm tra thì giá trị trên đồ thị trùng khớp với giá trị đo được lưu trong database.

4.4. Chức năng lưu trữ trên MySQL

4.4.1. Lưu trữ các lần cảnh báo quá dòng/sụt dòng

Để phục vụ công tác giám sát và truy xuất dữ liệu lịch sử một cách hiệu quả, hệ thống được tích hợp cơ chế lưu trữ toàn bộ các sự kiện cảnh báo quá áp và quá dòng vào cơ sở dữ liệu MySQL (Hình 4.40). Mỗi khi có sự cố vượt ngưỡng xảy ra, thông tin sẽ được ghi lại đầy đủ bao gồm thời điểm xảy ra, thời điểm kết thúc, vị trí thiết bị, ngưỡng cảnh báo tương ứng và loại cảnh báo (quá dòng hay sụt áp). Việc lưu trữ này không chỉ giúp đảm bảo tính minh bạch trong vận hành mà còn hỗ trợ phân tích, đánh giá xu hướng và cải tiến hệ thống trong tương lai.

The screenshot shows a database management interface. On the left, the 'Schemas' pane displays a tree view with 'database_test' and 'modbus_database'. Under 'modbus_database', there are tables like 'alarm', 'deviceconfig', and several 'modbus_data' tables. The 'alarm' table is selected, and its structure is shown in the 'Table: alarm' pane. The columns are: id (int(4) PK), location (varchar(255)), start_time (time), end_time (time), event_date (date), duration_seconds (int), severity (varchar(10)), and type (varchar(20)). The main pane shows a 'Result Grid' with a query: 'SELECT * FROM modbus_database.alarm;'. The grid contains 15 rows of data, including columns for id, location, start_time, end_time, event_date, duration_seconds, severity, and type.

id	location	start_time	end_time	event_date	duration_seconds	severity	type
21	modbus_data_127.0.0.1.1	01:25:20	01:25:40	2025-04-09	80	light	voltage
22	modbus_data_127.0.0.1.2	01:27:40	01:28:00	2025-04-09	80	light	voltage
23	modbus_data_127.0.0.1.1	20:17:33	20:18:33	2025-04-12	120	serious	current
24	modbus_data_127.0.0.1.2	18:26:26	18:28:46	2025-05-07	20	light	voltage
25	modbus_data_127.0.0.1.2	18:19:57	18:20:47	2025-05-07	90	serious	voltage
26	modbus_data_127.0.0.1.2	18:53:53	17:01:43	2025-05-07	470	light	voltage
27	modbus_data_127.0.0.1.1	00:00:42	00:01:02	2025-05-08	20	light	current
28	modbus_data_127.0.0.1.1	00:04:53	00:05:33	2025-05-08	60	light	current
29	modbus_data_127.0.0.1.1	00:27:58	00:29:08	2025-05-08	70	light	current
30	modbus_data_127.0.0.1.18	00:26:08	00:26:08	2025-05-08	40	light	current
31	modbus_data_127.0.0.1.1	00:32:49	00:33:09	2025-05-08	80	light	voltage
32	modbus_data_127.0.0.1.18	00:32:29	00:33:09	2025-05-08	90	light	voltage
33	modbus_data_127.0.0.1.7	00:34:54	00:35:34	2025-05-08	80	light	voltage

Hình 4.40. Lưu trữ các lần cảnh báo quá dòng/sụt áp

4.4.2. Lưu trữ cảnh báo mất kết nối

The screenshot shows a database management interface. On the left, the 'Schemas' pane displays a tree view with 'database_test' and 'modbus_database'. Under 'modbus_database', there are tables like 'alarm', 'deviceconfig', and several 'modbus_data' tables. The 'deviceconfig' table is selected, and its structure is shown in the 'Table: deviceconfig' pane. The columns are: id (int(4) PK), name (varchar(255)), ip (varchar(20)), and port (int(4)). The main pane shows a 'Result Grid' with a query: 'SELECT * FROM modbus_database.modbus_disconnect_summary;'. The grid contains 15 rows of data, including columns for id, device_ip, name, disconnect_time, reconnect_time, and duration_seconds.

id	device_ip	name	disconnect_time	reconnect_time	duration_seconds
146	127.0.0.1	13	2025-05-07 18:28:53	2025-05-07 18:29:52	99
146	127.0.0.1	12	2025-05-07 18:29:52	2025-05-07 18:29:52	99
147	127.0.0.1	1	2025-05-09 23:25:03	2025-05-09 23:26:49	626
148	127.0.0.1	2	2025-05-09 23:26:49	2025-05-09 23:28:49	826
149	127.0.0.1	3	2025-05-09 23:28:49	2025-05-09 23:30:49	826
150	127.0.0.1	4	2025-05-09 23:30:49	2025-05-09 23:32:49	826
151	127.0.0.1	5	2025-05-09 23:32:49	2025-05-09 23:34:49	826
152	127.0.0.1	6	2025-05-09 23:34:49	2025-05-09 23:36:49	826
153	127.0.0.1	7	2025-05-09 23:36:49	2025-05-09 23:38:49	826
154	127.0.0.1	8	2025-05-09 23:38:49	2025-05-09 23:40:49	826
155	127.0.0.1	9	2025-05-09 23:40:49	2025-05-09 23:42:50	827
156	127.0.0.1	10	2025-05-09 23:42:50	2025-05-09 23:44:50	827
157	127.0.0.1	11	2025-05-09 23:44:50	2025-05-09 23:46:50	827

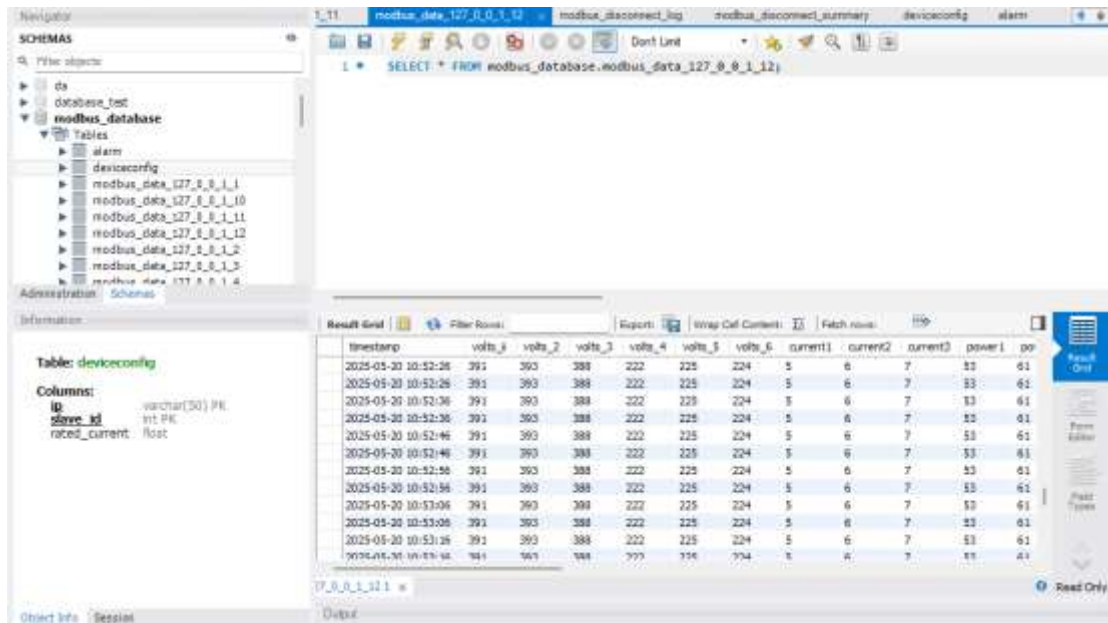
Hình 4.41. Lưu trữ cảnh báo mất kết nối

Bên cạnh việc ghi nhận các sự kiện quá áp và quá dòng, hệ thống còn thực hiện lưu trữ đầy đủ các cảnh báo liên quan đến tình trạng mất kết nối giữa thiết bị đo và phần mềm giám sát (Hình 4.41). Những thông tin như thời điểm mất kết nối, thời gian khôi phục, vị trí thiết bị và tổng thời gian gián đoạn sẽ được ghi lại chi tiết trong cơ sở dữ liệu MySQL. Việc lưu trữ này cho phép người quản trị theo dõi độ ổn định của hệ thống theo thời gian, đồng thời hỗ trợ trong công tác phân tích nguyên nhân và cải thiện độ tin cậy trong quá trình vận hành.

4.4.3. Lưu trữ giá trị đo (theo từng thiết bị power metter)

Để đảm bảo khả năng giám sát và truy xuất dữ liệu đo lường một cách liên tục và chính xác, hệ thống thực hiện việc lưu trữ định kỳ các giá trị điện năng thu thập được từ Sinh viên thực hiện: Lê Ngọc Thành, Trần Văn Vinh

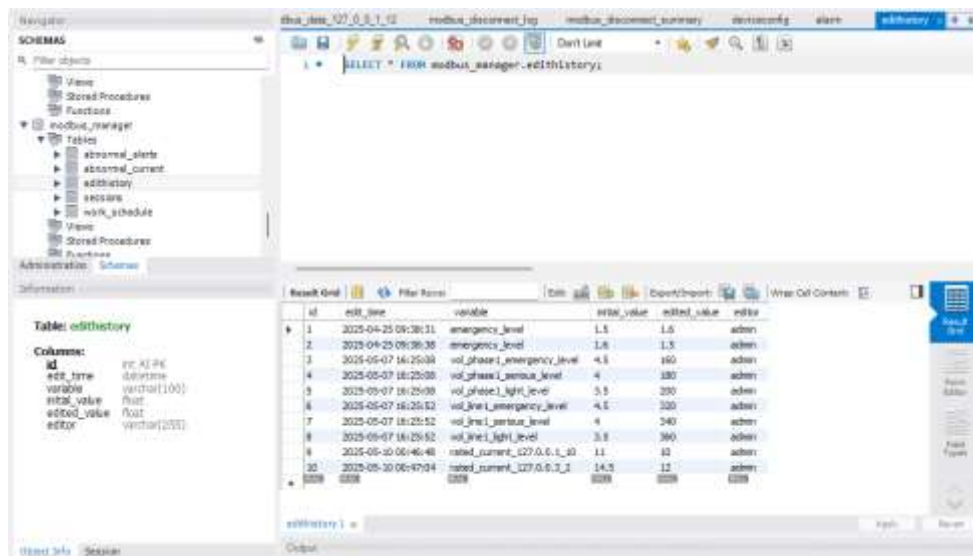
từng thiết bị đo vào cơ sở dữ liệu MySQL (Hình 4.42). Dữ liệu bao gồm các thông số như điện áp, dòng điện, công suất, hệ số công suất và điện năng tiêu thụ,... được ghi lại theo thời gian thực. Việc này giúp hình thành một cơ sở dữ liệu lịch sử đầy đủ, phục vụ cho các nhu cầu phân tích, đánh giá hiệu suất sử dụng điện và phát hiện sớm các bất thường trong vận hành hệ thống.



The screenshot shows a MySQL database interface. On the left, the 'SCHEMAS' pane displays the 'modbus_database' with a list of tables including 'alarm', 'deviceconfig', and several 'modbus_data' tables. The 'deviceconfig' table structure is shown below the schema list. The main pane displays a query result grid for the query 'SELECT * FROM modbus_database.modbus_data_127_0_0_1_12;'. The result grid contains columns for timestamp, volt_1 through volt_6, current1 through current3, power1, and power2. The data shows real-time readings for various electrical parameters over time.

Hình 4.42. Lưu trữ giá trị từ thiết bị đo

4.4.4. Lưu trữ lịch sử chỉnh sửa theo tên tài khoản đăng nhập và thời gian sửa



The screenshot shows a MySQL database interface. On the left, the 'SCHEMAS' pane displays the 'modbus_manager' database with a list of tables including 'alarm', 'deviceconfig', and 'edithistory'. The 'edithistory' table structure is shown below the schema list. The main pane displays a query result grid for the query 'SELECT * FROM modbus_manager.edithistory;'. The result grid contains columns for id, edit_time, variable, initial_value, edited_value, and editor. The data shows a history of changes made to various system parameters, including emergency_level, phase_level, and current readings, along with the user who made the change.

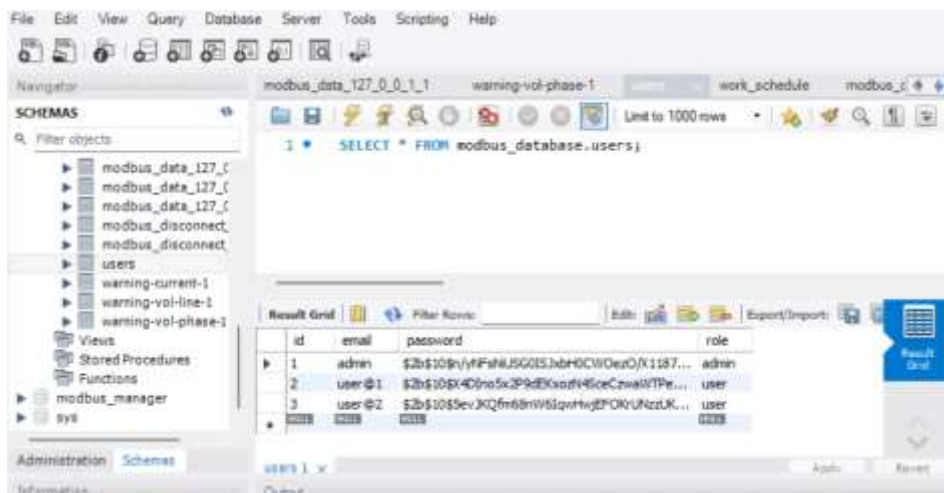
Hình 4.43. Lưu trữ lịch sử chỉnh sửa

Nhằm tăng cường tính minh bạch và khả năng kiểm soát trong quá trình vận hành hệ thống, mọi thao tác chỉnh sửa các thông số cài đặt đều được hệ thống tự động ghi

nhận và lưu trữ vào cơ sở dữ liệu MySQL (Hình 4.43). Mỗi bản ghi lịch sử bao gồm thông tin về thời gian thực hiện, tên tài khoản đăng nhập, biến được chỉnh sửa, giá trị trước và sau khi chỉnh sửa. Việc này không chỉ hỗ trợ việc truy vết khi có sự cố xảy ra mà còn giúp quản lý hệ thống dễ dàng theo dõi các thay đổi cấu hình theo thời gian và xác định trách nhiệm cụ thể khi cần thiết.

4.4.5. Lưu trữ tài khoản với mật khẩu được mã hóa

Để đảm bảo an toàn thông tin và tăng cường bảo mật trong quá trình truy cập hệ thống, các tài khoản người dùng được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu MySQL với mật khẩu đã được mã hóa (Hình 4.44). Việc mã hóa mật khẩu giúp ngăn chặn việc lộ thông tin nhạy cảm ngay cả khi có rủi ro truy cập trái phép vào cơ sở dữ liệu. Ngoài thông tin đăng nhập, hệ thống còn lưu các thông tin liên quan như tên tài khoản, quyền truy cập và thời gian tạo tài khoản, phục vụ cho công tác quản lý người dùng và phân quyền rõ ràng trong hệ thống.



Hình 4.44. Lưu trữ tài khoản với mật khẩu được mã hóa

4.5. Tổng kết 4

Chương 4 đã hoàn tất vai trò của giai đoạn đánh giá và kiểm nghiệm toàn diện khi đặt hệ thống EMS vào điều kiện hoạt động thực tế lần mô phỏng, nhằm xác minh tính đúng đắn của toàn bộ quá trình thiết kế phần cứng và phần mềm đã trình bày trong các chương trước. Không chỉ dừng lại ở việc mô tả hình ảnh hoặc thao tác giao diện, chương này đã phản ánh trung thực quá trình vận hành thử nghiệm, ghi nhận sự tương thích giữa hệ thống tự phát triển với thiết bị đo thực tế, khả năng giao tiếp không lỗi qua chuẩn Modbus TCP/IP, cũng như độ chính xác của dữ liệu đo khi được xử lý và hiển thị trên giao diện SCADA. Điều quan trọng hơn, hệ thống không chỉ dừng lại ở mức "hoạt động được", mà còn đạt đến mức "hoạt động chính xác và có thể kiểm chứng", thể hiện rõ

qua các báo cáo tiêu thụ điện năng, biểu đồ thống kê sự cố, cảnh báo thời gian thực và khả năng điều chỉnh thông số ngưỡng theo yêu cầu vận hành cụ thể.

Kết quả thu được trong chương này chứng minh một cách thuyết phục rằng hệ thống đã đáp ứng đầy đủ các tiêu chí kỹ thuật, chức năng và vận hành được đặt ra từ giai đoạn thiết kế ban đầu. Sự ổn định trong xử lý dữ liệu, khả năng phản ứng nhanh trước các tình huống bất thường, cùng với độ chính xác trong thống kê và báo cáo, đã khẳng định chất lượng của hệ thống EMS không chỉ đạt mức độ hoàn thiện về kỹ thuật mà còn sẵn sàng triển khai trong môi trường công nghiệp thực tế. Qua chương này, có thể kết luận rằng hệ thống giám sát năng lượng đã vượt qua giai đoạn thử nghiệm với kết quả khả quan, tạo tiền đề để mở rộng quy mô, nâng cao hiệu suất vận hành và có khả năng ứng dụng vào thực tế trong tương lai.

KẾT LUẬN

Qua quá trình thực hiện và triển khai đề tài, nhóm đã hoàn thành đầy đủ bốn chương nội dung với mục tiêu xây dựng một hệ thống giám sát năng lượng (EMS) có khả năng ứng dụng thực tế tại môi trường kho vận trong công nghiệp. Trong chương đầu tiên, đề tài đã làm rõ bối cảnh và lý do cần thiết của việc triển khai EMS tại các kho vận như DaNa Logistics, đồng thời đặt ra mục tiêu xây dựng một hệ thống kết hợp giữa phần cứng đo lường và phần mềm giám sát nhằm theo dõi, phân tích và cảnh báo chất lượng điện năng theo thời gian thực. Tiếp theo, chương hai tập trung vào thiết kế phần cứng, từ kiến trúc hệ thống, phương án bố trí thiết bị, giao tiếp truyền thông công nghiệp đến sơ đồ cấp nguồn thực tế. Đây là nền móng kỹ thuật quan trọng, đảm bảo độ ổn định cho toàn bộ quá trình thu thập dữ liệu điện năng trong môi trường có nhiều nhiễu loạn và phức tạp như kho vận công nghiệp.

Sang chương ba, hệ thống phần mềm được phát triển một cách đầy đủ và có tổ chức, bao gồm backend xử lý dữ liệu và điều phối API, cơ sở dữ liệu MySQL lưu trữ thông tin một cách có cấu trúc, và giao diện SCADA trực quan phục vụ người dùng cuối. Các chức năng giám sát, cảnh báo, báo cáo và truy xuất dữ liệu đều được hiện thực hóa thành công, chứng minh khả năng vận hành mạch lạc giữa các tầng logic của hệ thống. Chương cuối cùng đã đóng vai trò như một giai đoạn kiểm nghiệm toàn diện, trong đó hệ thống được kết nối với thiết bị Power Meter thực tế, đồng thời thử nghiệm tất cả các chức năng trên giao diện người dùng thông qua phần mềm Modbus Slave. Phần mềm này được sử dụng để giả lập giá trị của các thiết bị đo, cho phép điều chỉnh thủ công các giá trị này nhằm mô phỏng các tình huống sự cố, từ đó đánh giá hiệu quả hoạt động của hệ thống trong các kịch bản khác nhau. Kết quả thu được cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, có độ chính xác cao trong việc thu thập – xử lý – hiển thị dữ liệu, đồng thời có khả năng phản ứng tức thời với các tình huống bất thường như quá dòng, sụt áp hay mất kết nối.

Hệ thống EMS do nhóm thực hiện đã chứng minh được nhiều ưu điểm nổi bật. Thứ nhất, hệ thống có khả năng vận hành thời gian thực với tốc độ phản hồi nhanh, đồng bộ dữ liệu chính xác, không xảy ra sai lệch giữa các tầng truyền thông. Thứ hai, giao diện SCADA được thiết kế thân thiện, trực quan và dễ sử dụng, hỗ trợ người dùng theo dõi mức tiêu thụ điện năng tại từng khu vực cũng như toàn hệ thống dưới nhiều dạng biểu đồ và báo cáo. Thứ ba, khả năng mở rộng và tùy biến của hệ thống cao – cho phép

thiết lập ngưỡng cảnh báo động, phân quyền người dùng, và tương thích với nhiều thiết bị đo khác nhau thông qua giao thức Modbus. Hơn nữa, hệ thống còn tích hợp các tính năng bảo mật như mã hóa dữ liệu, ghi lịch sử chỉnh sửa và phân quyền truy cập rõ ràng, giúp tăng cường độ tin cậy khi vận hành trong thời gian dài.

Tuy nhiên, hệ thống vẫn còn tồn tại một số hạn chế nhất định. Trong phạm vi đề tài, quá trình kiểm nghiệm phần cứng chỉ mới thực hiện với một thiết bị đo thực tế, nên chưa đủ để đánh giá hiệu quả ở quy mô lớn hoặc trong điều kiện có nhiều nhiễu công nghiệp. Giao diện phần mềm tuy đầy đủ chức năng nhưng vẫn cần cải thiện thêm về tính thẩm mỹ, hiệu năng xử lý khi mở rộng số lượng thiết bị, cũng như khả năng tích hợp với các hệ thống quản lý tổng thể khác. Ngoài ra, các tính năng nâng cao như phân tích xu hướng tiêu thụ theo AI, cảnh báo dự đoán sớm hay lập kế hoạch tối ưu hóa năng lượng vẫn chưa được tích hợp do giới hạn thời gian và phạm vi nghiên cứu.

Trong thời gian tới, hướng phát triển của hệ thống sẽ tập trung vào việc nâng cao độ ổn định và độ chính xác khi triển khai trên quy mô lớn, mở rộng khả năng giao tiếp với nhiều loại thiết bị khác nhau, tích hợp các công nghệ học máy để phân tích bất thường và dự đoán rủi ro tiềm ẩn. Đồng thời, cần tối ưu hóa hiệu suất phần mềm, bổ sung các chức năng tự động lập kế hoạch tiết kiệm năng lượng và đồng bộ với các hệ thống quản lý doanh nghiệp để biến EMS không chỉ là công cụ giám sát, mà còn trở thành nền tảng phân tích và ra quyết định chiến lược trong vận hành công nghiệp hiện đại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] BKAS, “Hệ thống quản lý năng lượng EMS,” BKAS Energy, Available: <https://bkas.com.vn/he-thong-quan-ly-nang-luong-ems/>. Truy cập ngày 30/03/2025.
- [2] Schneider Electric, “Power Monitoring Expert Demo”, Available: <https://www.pmedemo.biz/>. Truy cập ngày 30/03/2025.

PHỤ LỤC

Cấu trúc thư mục mã nguồn dự án như sau:

— node_modules/	# Chứa các thư viện phụ thuộc (tự động tạo bởi npm)
— pictures/	# Chứa hình ảnh và icon sử dụng trong giao diện
— static/	# Chứa các tệp CSS phục vụ định dạng giao diện
— *.css	
— templates/	# Chứa các tệp HTML dùng để render trang web
— *.html	
— server.js	# File chính khởi tạo và chạy server Node.js
— alert.js	# Xử lý cảnh báo và hiển thị thông báo

Cấu trúc mã nguồn được chia rõ thành các phần riêng biệt, dễ theo dõi và thuận tiện cho việc mở rộng. Thư mục node_modules/ chứa toàn bộ các thư viện được cài đặt thông qua npm, như Express, bcrypt, hay các module hỗ trợ Modbus, phục vụ backend. Đây là phần tự động sinh ra khi cài đặt dự án.

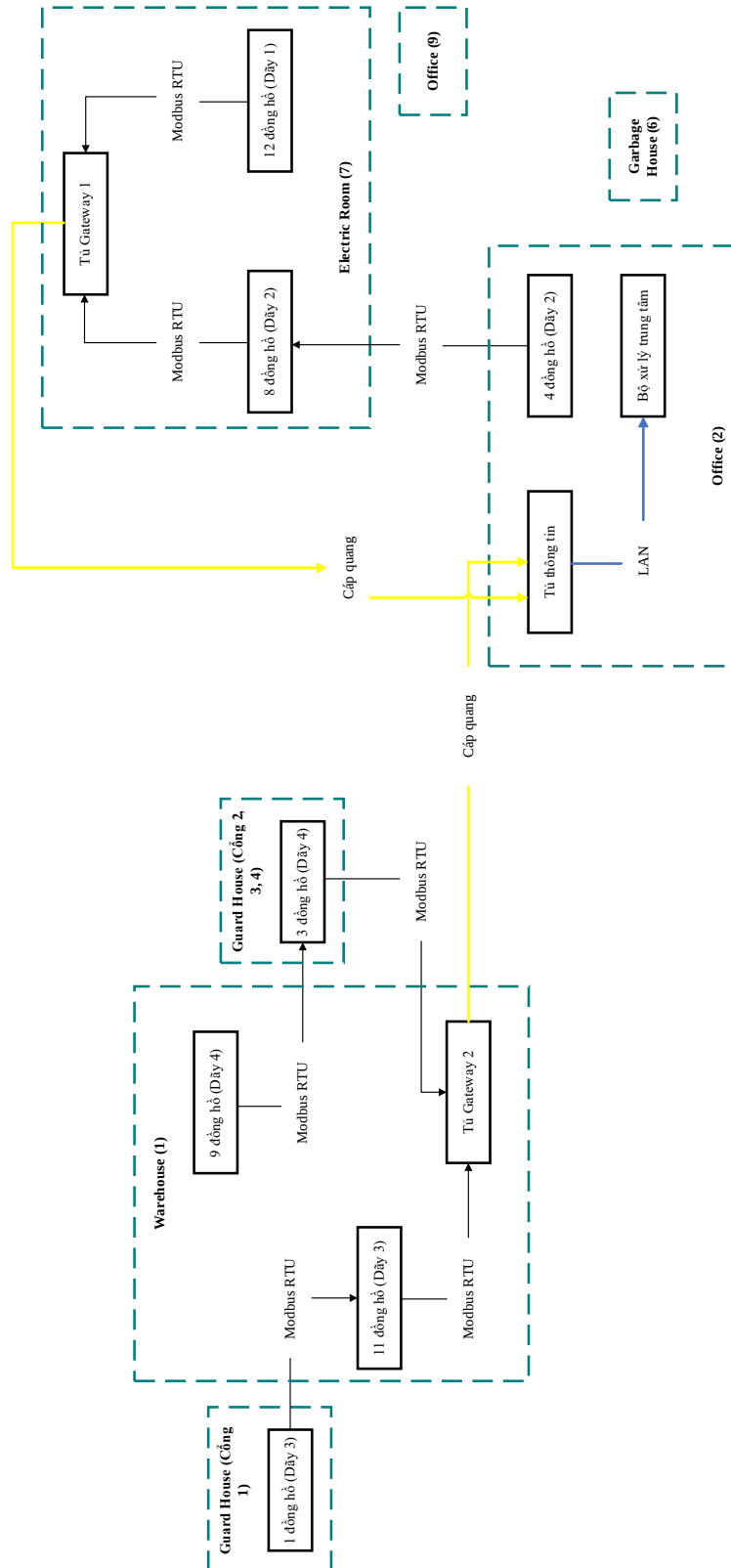
Thư mục static/ chứa các tệp .css dùng để định dạng giao diện người dùng (UI), đảm bảo tính thẩm mỹ và bố cục rõ ràng cho các trang web. Thư mục templates/ lưu các file .html là phần hiển thị chính của người dùng, bao gồm trang đăng nhập, dashboard, cảnh báo,...

Tệp server.js là thành phần trung tâm, nơi khởi tạo web server sử dụng Node.js và Express. File này định nghĩa các tuyến API, xử lý yêu cầu người dùng, kiểm tra đăng nhập, và phục vụ nội dung từ templates/. Cuối cùng, alert.js là thành phần chịu trách nhiệm kiểm tra trạng thái thiết bị, phát hiện các bất thường và hiển thị thông báo qua popup.

Có thể xem chi tiết mã nguồn tại repo github theo đường dẫn sau:

<https://github.com/thanhhuyenne/login>

PHỤ LỤC 1



PL 1. Vị trí lắp đặt các tủ Gateway và các dây tín hiệu